



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Oliveiros Dias Jr.

**PPGECT, O QUE É TECNOLOGIA?**

Florianópolis

2020

Oliveiros Dias Jr.

## **PPGECT, O QUE É TECNOLOGIA?**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Camillo.

Florianópolis

2020

## FICHA DE IDENTIFICAÇÃO

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Dias Junior, Oliveiros  
PPGECT, O QUE É TECNOLOGIA? / Oliveiros Dias Junior ;  
orientador, Juliano Camillo, 2020.  
148 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,  
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica,  
Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Educação científica  
e tecnológica. 3. Tecnologia. 4. Formação de professores. 5.  
CTS. I. Camillo, Juliano. II. Universidade Federal de  
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação  
Científica e Tecnológica. III. Título.

Oliveiros Dias Jr.

## **PPGECT, O QUE É TECNOLOGIA?**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Alberto Cupani, Dr.  
PPGFIL / UFSC

Prof. Juliano Camillo, Dr.  
PPGECT / UFSC

Prof. Walter A. Bazzo, Dr.  
PPGECT / UFSC

Prof. André Ary Leonel, Dr. (suplente)  
PPGECT / UFSC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica  
PPGECT / UFSC

---

Prof. Juliano Camillo, Dr.  
Orientador(a)

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado a todos aqueles que buscam, em suas vidas, agir  
compassivamente e trazer benefícios a todos os seres.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço imensamente à vida pelo meu nascimento humano precioso.

Agradeço a toda minha ancestralidade, sempre presentes comigo.

Agradeço a todos aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram para o meu aprendizado.

Agradeço a todos os meus colegas e professores do PPGECT com quem convivi durante minha formação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Juliano Camillo, pelo seu interesse, suas sugestões, incentivo, confiança e paciência, compartilhando generosamente sua experiência e conhecimento.

Agradeço ao Prof. Dr. Walter A. Bazzo, apaixonado pelo ensino, que procura compartilhar sua vontade em construir uma sociedade cada vez mais humana. Tivemos um semestre intenso, com muitas leituras e discussões, sempre envolvendo ciência, tecnologia, sociedade e o estudo das variáveis da equação civilizatória.

Agradeço ao Prof. Dr. Alberto Cupani, que me abriu o mundo da Filosofia da Tecnologia, compartilhando de seu conhecimento e sabedoria. Falar de assuntos complexos de uma forma simples, para mim, é manifestação de sabedoria. Sempre cuidadoso e paciente com a turma.

Agradeço ao Prof. Dr. Carlos Alberto Marques, pelo seu apoio e incentivo, além de me introduzir aos estudos sobre sustentabilidade em conjunto com a Teoria da Bioeconomia de Georgescu-Roegen.

Agradeço ao Prof. Dr. Demétrio Delizoicov, com quem compartilho os ideais de Paulo Freire e o gosto pela epistemologia de Ludwik Fleck. Agradeço por sugerir minha inscrição no PPGECT.

Agradeço à secretaria do PPGECT, que me ajudou muito a resolver problemas quanto a documentos e prazos, problemas que, na maior parte das vezes foram causados por mim, que fui relapso muitas vezes.

Agradeço ao PPGECT, que me acolheu com muito carinho e consideração, abrindo a possibilidade de uma formação como professor e pesquisador de nível superior.

Agradeço a UFSC, que sempre me recebeu de braços abertos e me proporcionou, além do ensino público e gratuito de qualidade, meios para que eu concluísse todos os cursos, me

ajudando legalmente com as benesses de um estudante que paga meia passagem de ônibus, e com almoço e janta (com qualidade) a valores acessíveis através do Restaurante Universitário.

Agradeço ao financiamento da CAPES através da bolsa de mestrado. E assim, agradeço ao dinheiro público do povo brasileiro investido na minha formação. Como orientado pela CAPES no Diário Oficial da União:

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.”

*“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.”*

Sempre quando se fala em agradecimento, lembro de um costume no oriente, em que as pessoas doam dinheiro, ou comida aos monges. No entanto, são as pessoas, os doadores que agradecem. Agradecem porque estão em condições de doar. Essa é uma lição que levo comigo. Estar agradecido é estar em graça.

## RESUMO

Este trabalho trata de uma análise das percepções sobre tecnologia, e suas relações com a ciência e a sociedade, presentes nos trabalhos dos egressos do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGECT / UFSC). O referencial teórico foi construído a partir de uma pesquisa bibliográfica, em trabalhos do campo da Filosofia da Tecnologia e das pesquisas sobre Educação Científica e Tecnológica, estudos CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) e estudos das variáveis da Equação Civilizatória. As análises dos trabalhos são realizadas a partir do referencial teórico-metodológico de Bakhtin. Foram realizadas análises sobre a concepção de tecnologia, a relação desta com a ciência, a sociedade, a sustentabilidade (através dos conceitos da Bioeconomia de Georgescu-Roegen) e outras questões éticas envolvidas. Os resultados desta pesquisa apontam para questões relacionadas ao currículo e à necessidade de melhorias na formação de pesquisadores e professores em Educação Científica e Tecnológica, mas, especialmente, em Educação Tecnológica.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Educação tecnológica. Educação científica e tecnológica. CTS. Equação civilizatória. Formação de professores.

## ABSTRACT

This work deals with an analysis of the perceptions about technology, present in the works of the graduates of the Post-Graduate Program in Scientific and Technological Education of the Federal University of Santa Catarina (PPGECT UFSC). The theoretical framework was built in the field of Technology Philosophy and research on Scientific and Technological Education, STS (Science, Technology and Society) studies and studies of the variables of the Civilizational Equation. The analysis of the works is based on Bakhtin's theoretical-methodological framework. Analysis about technology conceptions, its relationship with science, society, sustainability (by means of the Georgescu-Roegen Bioeconomy concept) and the ethical issues involved. The results of this research point to issues related to the curriculum and the need for improvements in the education of researchers and teachers in science and technology education but especially in technological education.

**Keywords:** Technology; Technological education; Scientific and technological education; STS; Civilizational equation; Teacher education.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
Por que pesquisar educação tecnológica?.....	14
Para que estudar educação tecnológica?.....	15
Para quem? .....	16
O que foi e o que pode ser feito? .....	16
Capítulo 1. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS.....	18
As categorias analíticas.....	23
Capítulo 2: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, O ATO TÉCNICO E A TRANSFORMAÇÃO DO MUNDO.....	24
Filosofando sobre Ciência e Tecnologia.....	24
Tecnologia e ciência.....	27
Formas de se entender a tecnologia - as dimensões da tecnologia.....	29
A epistemologia da tecnologia.....	31
Tecnologia e sociedade -- o processo civilizatório.....	35
Tecnologia, economia e sustentabilidade.....	39
Capítulo 3. SUBSÍDIOS PARA A COMPREENSÃO DO FENÔMENO “EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA”.....	50
Educação, cultura e identidade como formas de narrativas .....	50
Diferenciando educação científica da tecnológica .....	53
As especificidades da ET e a formação dos professores .....	54
A educação tecnológica no mundo .....	56
Proposições para o ensino de tecnologia .....	58
Por uma educação tecnológica mais humanizada e desobediente.....	60
Capítulo 4: AS ANÁLISES.....	63
Análises dos trabalhos filtrados – recortes e articulações.....	63
TECNOLOGIA .....	64
A visão sobre tecnologia.....	64
A tecnologia como volição humana.....	75
TECNOLOGIA E CIÊNCIA.....	76
Diferenciando ciência e tecnologia.....	76

A cegueira sobre tecnologia.....	79
TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	80
Tecnologia e sociedade.....	80
Tecnologia e poder.....	88
Ciência, tecnologia, sociedade e o processo civilizatório.....	88
Tecnologia e sustentabilidade.....	91
Tecnologia e ética.....	95
TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO.....	97
A visão sobre educação.....	99
Educação como narrativa.....	104
Educação tecnológica crítica.....	104
A importância estratégica da educação tecnológica.....	115
A importância da formação dos professores em tecnologia.....	116
SOBRE A TECNOLOGIA.....	127
A visão dos autores sobre tecnologia.....	127
Tecnologia e ciência.....	128
A cegueira sobre tecnologia.....	128
SOBRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE.....	129
Tecnologia e sociedade.....	129
Tecnologia, sustentabilidade e outras questões éticas.....	130
SOBRE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO.....	132
A visão sobre educação.....	132
Educação tecnológica crítica.....	133
A importância da formação dos professores em tecnologia.....	133
CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	136
REFERÊNCIAS.....	140
ANEXO I - Lista dos trabalhos filtrados:.....	144

## INTRODUÇÃO

*“A mente é como um paraquedas. Funciona melhor quando está aberta.”*

*(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

Esta é uma dissertação para a obtenção do grau de mestre, apresentado ao PPGECT / UFSC, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. Resumidamente, a partir do campo da Filosofia da Tecnologia, procura-se identificar quais são as visões sobre tecnologia presentes nos trabalhos dos egressos do referido programa. Para sua realização foram selecionados os trabalhos que, seja em seu título, assunto ou palavras-chave, encontram-se os termos tecnologia e / ou educação tecnológica.

Durante minha última graduação, meu professor de filosofia da ciência disse que eu era um polímata. Afinal, o que seria isso? Ele mesmo me respondeu dizendo que era uma pessoa com formação em várias áreas diferentes. Minha primeira formação foi como engenheiro eletricitista e eletrônico. Me especializei no campo da engenharia biomédica. Estudei Inteligência Artificial (IA), redes neurais artificiais (RNA) e desenvolvi sistemas especialistas. Durante e após minha pós-graduação, paralelamente me tornei professor de Kung Fu, de Tai Chi Chuan, e filosofias orientais. Retornando à universidade, me formei psicólogo e posteriormente obtive minha licenciatura em Ciências Biológicas. Com muita curiosidade e vontade de estar sempre aprendendo e ensinando, decidi me candidatar ao programa do PPGECT (UFSC). No mesmo ano do meu ingresso, participei de um seminário internacional promovido pelo Colégio de Aplicação da UFSC, chamado Conexão Escola-Mundo. Neste evento, falou-se muito sobre tecnologia na educação e os novos caminhos que estavam sendo adotados, a evolução das pedagogias, as soluções (ou alternativas), os problemas e os desafios de uma sociedade cada vez mais perpassada pela tecnologia. Tudo isso me fez refletir sobre a minha formação e os caminhos a seguir em meus estudos.

A educação em tecnologia é considerada estratégica para o desenvolvimento social e econômico de um país. A partir daí comecei a pesquisar, primeiramente como “letramento”,

ou alfabetização digital, e depois sim, educação em tecnologia. Assim, logo nos primeiros artigos, percebi a importância da filosofia da tecnologia nas análises da maioria dos autores. Uma colega de curso me alertou para um professor de filosofia da tecnologia na própria UFSC, o professor Cupani. Curiosamente, este professor iria dar início a um curso de Filosofia da Tecnologia, curso que me abriu muitas perspectivas no desenvolvimento deste trabalho. Decidi mudar meu projeto, que então foi lapidado ao longo das disciplinas de epistemologia, seminários I e II, realizadas dentro do PPGECT. Assim nasceu o meu projeto sobre Educação Tecnológica (ET). Junto com meu orientador, pensamos em como abordar uma área tão vasta em dois anos. A própria visão do conceito de tecnologia é ampla e, discutindo sobre isso com as pessoas, comparando ao que li na bibliografia, percebi que este poderia ser o núcleo da pesquisa, o conceito de tecnologia. Estando num programa de formação de professores em educação científica e tecnológica, percebi que poderia definir um pouco mais o tema, circunstanciando-o à análise das visões sobre tecnologia e educação tecnológica expostas nas teses e dissertações do PPGECT, assim poderia contribuir com o programa e ser avaliado pela minha análise em questão.

Aproveitei a disciplina de Educação e Web 2.0 para aprender ferramentas de busca e filtragem de dados para a finalidade de estudos e pesquisas. Selecionando algumas palavras-chave relacionadas à tecnologia e ao ensino da mesma, realizei uma busca no repositório do PPGECT. Esta busca resultou em 33 trabalhos (num universo de mais de trezentos).

Cursando a disciplina de Ensino e Sustentabilidade (prof. Marques), tive um maior contato com a abordagem CTS (Ciência, tecnologia e sociedade) e o conceito de bioeconomia de Georgescu-Roegen. Por sugestão do professor desta disciplina, cursei a disciplina de CTS do professor Bazzo.

Durante a disciplina de CTS tínhamos um livro a ser discutido por semana. As leituras e discussões apontavam para a importância de uma formação crítica, mais humana e não somente científica e tecnológica, de professores e estudantes. Como diria o professor Bazzo, temos que sempre nos perguntar “pra que, por que e pra quem” em tudo que fazemos. Para melhor entendermos nossa realidade, devemos procurar identificar as variáveis do que ele chama “equação civilizatória”. Assim, posso dizer que a disciplina sobre os estudos CTS e, por consequência, o estudo das variáveis da equação civilizatória, trouxe-me uma reflexão sobre a

ética, sustentabilidade e a responsabilidade da educação tecnológica na formação das pessoas, dos estudantes e professores.

Neste trabalho, são três os principais autores da minha referência teórica. Alberto Cupani, que, dentre seus trabalhos, destaco seu livro “Filosofia da tecnologia: um convite” (2017), que traz uma grande diversidade de autores e abordagens sobre a filosofia da tecnologia. Marc J. de Vries, professor e pesquisador em filosofia da tecnologia, que organiza um manual de educação tecnológica, publicado anualmente com a colaboração de pesquisadores oriundos de vários países. E Walter A. Bazzo, que em suas obras traz muitas contribuições sobre a abordagem CTS no ET, e o estudo das variáveis da equação civilizatória, além da sua defesa por uma ET mais crítica e humanizada. Então, enquanto Cupani traz uma base da Filosofia da Tecnologia, De Vries traz uma análise de como a filosofia da tecnologia tem se relacionado com a Educação Tecnológica e como esta tem sido pensada, quais seus principais entraves e soluções para a sua implementação em vários países. E Bazzo traz reflexões para uma ET mais crítica e humanizada, com responsabilidade e sustentabilidade através da abordagem CTS e do estudo das variáveis da equação civilizatória. Assim, posso dizer que minhas análises vão se referenciar nesses autores, nas referências citadas por eles e nas minhas próprias reflexões.

### **Por que pesquisar educação tecnológica?**

A tecnologia e a racionalidade tecnológica são constitutivas da sociedade que vivemos. Posso dizer que um cidadão analfabeto tecnologicamente está à margem da sociedade atualmente. Um cidadão analfabeto tecnologicamente, de uma forma bem ampla, seria um cidadão que não está preparado para ser usuário, desenvolvedor, produtor ou analista de artefatos ou sistemas de artefatos tecnológicos, um cidadão com relações muito restritas em uma sociedade dita tecnológica. Nesta sociedade não podemos deixar que as pessoas sigam analfabetas em ciência e tecnologia. É uma questão de humanidade e civilidade. Assim, pretendi desenvolver um estudo teórico, uma revisão bibliográfica sobre o campo da filosofia da tecnologia, buscando compreender possíveis desdobramentos para o campo da educação tecnológica. Ao realizar um levantamento sobre ET, percebi que, relativamente aos estudos realizados Europa, Estados Unidos e Canadá, no Brasil são relativamente poucos autores que

tratam da questão da Filosofia da Tecnologia, um campo de pesquisa próprio que pode prover uma base conceitual importante para a educação tecnológica. Quando se pensa em Educação Tecnológica, existe primeiramente a necessidade de um aprofundamento no entendimento teórico sobre a relação entre ciência e tecnologia, analisando suas diferenças e semelhanças, questões ontológicas, epistemológicas e axiológicas. Com relação à docência, vários autores apontam para a necessidade de uma formação diferenciada (mais específica) dos professores em educação tecnológica, pois esta se dá no campo teórico, mas também no campo prático, o *know-how*. Muitos são os processos de ensino e aprendizagem em que existe a necessidade do estudante realizar procedimentos em conjunto com o professor. Este é apontado geralmente como o ponto fraco da formação dos professores, sem experiência no campo tecnológico, ao atuarem na educação tecnológica.

Outro motivo importante para se pesquisar a educação tecnológica é a existência de uma cegueira conceitual, uma confusão quando os termos “educação científica” e “educação tecnológica” são utilizados de modo quase indiscriminado, por exemplo, por meio do conceito de alfabetização científica e tecnológica, onde se trata praticamente da educação científica, sendo a tecnologia vista simplesmente como um meio para este fim. Assim, é necessária uma diferenciação entre educação em ciência e educação em tecnologia.

### **Para que estudar educação tecnológica?**

Neste trabalho, exploro o campo da filosofia da tecnologia, e a partir dela, estudo suas possíveis contribuições para a educação tecnológica. Pretendo buscar na literatura nacional e internacional questões relacionadas às contribuições da filosofia da tecnologia em educação tecnológica, principalmente na formação de professores (ET) no século XXI. E como eu poderia aplicar todo esse ferramental teórico? Eu precisava de um foco, um objetivo que poderia ser realizado num prazo determinado (dois anos). Assim, decidi analisar as perspectivas sobre tecnologia e educação tecnológica, presentes nas principais produções internacionais e nas teses e dissertações do PPGECT (UFSC), buscando contribuir para uma maior visibilidade para as especificidades da educação tecnológica no Brasil e, mais especificamente, no PPGECT. Também reflito sobre a necessidade de uma educação em tecnologia mais crítica e humanizada e sobre o estudo das variáveis da equação civilizatória,

que amplia as potencialidades da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em educação e mais especificamente em educação tecnológica.

### **Para quem?**

Penso que minhas formações em áreas diversas, incluindo biológicas, humanas e exatas, sempre me trouxeram uma análise sobre mim mesmo, minha formação e meus posicionamentos (atitudes) sobre o processo civilizatório que aí está posto. Na condição de um ser humano incompleto, em formação, condicionado por sua história e cultura, procuro ampliar minhas responsabilidades. Assim, tenho a ambição que este trabalho contribua com o desenvolvimento da sociedade que me acolheu e me sustentou. Este foi o motivo pelo qual entrei num programa de pós-graduação direcionado à educação científica e tecnológica, oferecido por uma universidade pública, gratuita e de qualidade como a UFSC. Quero aprender e contribuir com o PPGECT e, conseqüentemente, com a formação dos futuros professores nos campos da ciência e da tecnologia.

### **O que foi e o que pode ser feito?**

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica no repositório de teses e dissertações produzidas pelo PPGECT, tendo como critérios algumas palavras-chave como “tecnologia” e “educação tecnológica”, em vários campos: título, palavras-chave, resumo, assunto. Foram encontrados 33 trabalhos. Após essa primeira filtragem realizaram-se as leituras dos conteúdos filtrados, então analisados a partir do campo da filosofia da tecnologia. As realidades sociais e de ensino existentes no Brasil e na América Latina são bem diferentes em comparação com países da América do Norte e Europa. Para esta comparação, trouxe como referência, as pesquisas do grupo do professor De Vries sobre o ensino em tecnologia, suas principais dificuldades e soluções já mapeados em vários países (que não da América Latina). Esta comparação pode contribuir para o delineamento de pesquisa sobre a educação tecnológica praticada no Brasil, portanto, pode contribuir para o PPGECT (UFSC). Sendo este um programa que se propõe a formar pesquisadores e professores em educação científica e tecnológica, podemos pensar sobre a necessidade ou não de uma discussão mais aprofundada

da filosofia da tecnologia nas disciplinas do PPGET (UFSC), ou da inserção de uma disciplina específica (possivelmente obrigatória) no referido programa.

## Capítulo 1. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

*“Lembre-se que, por vezes,  
não conseguir o que você quer é uma sorte.”  
(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

Diante dos objetivos deste trabalho, neste capítulo, procura-se esclarecer o posicionamento do autor desta pesquisa. Assim faz-se necessário um esclarecimento dos pressupostos teórico-metodológicos adotados aqui, mostrando a partir de qual posicionamento foram realizadas as análises e comparações que vão dar embasamento aos resultados, observações, discussões e conclusões derivadas da pesquisa.

Minayo (2007, apud GERHARDT & SILVEIRA, 2009), de uma forma abrangente, define metodologia como:

[...] a) como a discussão epistemológica sobre o “caminho do pensamento” que o tema ou o objeto de investigação requer; b) como a apresentação adequada e justificada dos métodos, técnicas e dos instrumentos operativos que devem ser utilizados para as buscas relativas às indagações da investigação; c) e como a “criatividade do pesquisador”, ou seja, a sua marca pessoal e específica na forma de articular teoria, métodos, achados experimentais, observacionais ou de qualquer outro tipo específico de resposta às indagações específicas (p. 13).

Com relação à abordagem, esta pesquisa é tipificada como qualitativa, uma vez que “[...] não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc.” (GERHARDT & SILVEIRA, 2009, p. 31). Afinal, aqui, procuramos compreender as ideias sobre tecnologia e educação tecnológica, expressos pelos egressos do PPGECT em suas teses e dissertações.

Nesta pesquisa, trabalha-se com significados, crenças, atitudes num mosaico complexo de relações. Minayo (2001, apud GERHARDT & SILVEIRA, 2009) também auxilia no conceito de pesquisa qualitativa:

[...] a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. Aplicada inicialmente em estudos de Antropologia e Sociologia, como contraponto à pesquisa quantitativa dominante, tem alargado seu campo de atuação a áreas como a Psicologia e a Educação. A pesquisa qualitativa é criticada por seu empirismo, pela subjetividade e pelo envolvimento emocional do pesquisador (p. 32).

E por que realizar uma pesquisa bibliográfica? Esta justifica-se pela ideia central deste trabalho, que é conhecer algumas contribuições da Filosofia da Tecnologia, analisar os conceitos sobre ET que estão sendo construídos juntamente aos egressos do PPGECT (análise esta realizada a partir das produções destes). O conceito adotado aqui sobre pesquisa bibliográfica é de Fonseca (2002, apud GERHARDT & SILVEIRA, 2009):

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (p. 37).

Uma pesquisa bibliográfica, como adotada neste trabalho, pode ser considerada exploratória com relação aos seus objetivos, uma vez que

Este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. A grande maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamento bibliográfico; (b) entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; e (c) análise de exemplos que estimulem a compreensão (GIL, 2007, apud GERHARDT & SILVEIRA, 2009, p. 35).

Analisar ideias, atitudes (posicionamentos) de um autor, presentes em sua produção escrita não é uma tarefa simples. Toda produção é histórica, está inserida numa dada cultura e num dado momento. Vendo o texto como uma tessitura complexa de signos, encontrei na obra de Mikhail Bakhtin, ideias e conceitos interessantes para realizar esse intento. Afinal de contas, este trabalho procurou realizar uma análise do que está sendo enunciado sobre tecnologia e educação tecnológica nas produções selecionadas. Existe com um artigo que trata justamente sobre como estudar o texto como enunciação adotando a abordagem desenvolvida por Mikhail Bakhtin<sup>1</sup>. A autora, Irene A. Machado, “Guiando-se pela noção de que no texto estão constituídos aspectos do mundo verbal e do contexto sócio-cultural, [...] discute como a abordagem dialógica de Mikhail Bakhtin trata dessas relações” (MACHADO, 1996, p.89).

Para Machado,

Ao voltar-se para os mais diversos aspectos da enunciação, Bakhtin não só definiu seu objeto - o homem e sua linguagem; esclareceu, ainda, o lugar onde se movimentam relações complexas da linguagem. Como representação cronotópica, texto é evento que se desenrola entre discursos e em enunciações precisas. Não podemos nos esquecer de que, para Bakhtin, tudo o que se diz é determinado pelo lugar de onde se diz.[...] Bakhtin não é autor de uma teoria do texto sistematizada, como as que foram desenvolvidas, por exemplo, no campo da lingüística, da semiótica ou da sócio-semiótica. É a concepção de linguagem como sistema dialógico de signos, que valoriza o texto como ato comunicativo, que nos levou a entender sua teoria da enunciação como uma teoria do texto. A compreensão que Bakhtin apresenta ao texto enquanto fenômeno sócio-cultural preenche, ainda, lacunas conceituais inevitáveis em designações tão amplas. Ainda que reconheça a natureza verbal de seu objeto de estudo – a palavra na literatura, na comunicação cotidiana, no discurso filosófico - Bakhtin não perde de vista a natureza semiótica constitutiva da noção de texto: em nenhum momento texto é tão-somente produção verbal. Texto é signo que se constitui nas fronteiras do dito e do não-dito; do verbal e do extra-verbal onde se desenrola a situação comunicativa. (MACHADO, 1996, p. 90).

---

<sup>1</sup> Nascido no dia dezessete de novembro do ano de 1895 em Orel (Rússia), Mikhail Mikhailovich Bakhtin foi um pensador e filósofo, além de teórico de artes e cultura da Europa. Considerado um dos maiores estudiosos da linguagem humana, suas obras sobre diversos temas influenciaram uma infinidade de pensadores de diversas áreas como: crítica da religião, estruturalismo, semiótica e marxismo.

Então, analisar o texto escrito, enunciado pelo autor, é procurar desvendar esta fronteira do dito e do não-dito. Deseja-se lembrar aqui a ideia defendida por Harari<sup>2</sup> (2018) em que o ser humano é um ser que se reconhece como um contador de histórias (narrativas) e que, para a construção de novas narrativas ele faz uso de suas lembranças (outras narrativas) e de suas experiências, também traduzidas para si mesmo em forma de narrativas. É um processo dialógico e dialético contínuo. O autor desta pesquisa, se reconhece como um contador de histórias e sabe que ao analisar a história de outrem, é construir uma narrativa própria a partir de uma compreensão subjetiva da narrativa deste outro. Esta é uma limitação da qual não o autor não se exime. Machado também ajuda a elucidar as ideias de Bakhtin sobre signos presentes e gerados na relação do leitor com o texto:

Para Bakhtin texto é todo sistema de signos cuja coerência e unidade se deve à capacidade de compreensão do homem na sua vida comunicativa e expressiva. O texto não é uma coisa sem voz; é, sobretudo, ato humano, “diz respeito a toda produção cultural fundada na linguagem (e para Bakhtin não há produção cultural fora da linguagem)”. [...] Como ato humano, o texto se situa no campo da compreensão humana; em nenhum momento Bakhtin desloca o texto da esfera do signo, daí uma justificativa que pode ser lida como uma máxima de seu pensamento semiótico: “Quando estudamos o homem, buscamos e encontramos signos em toda parte e tratamos de compreender sua significação.” Nesse sentido, todo texto pressupõe uma língua, um processo de interação pela linguagem, que introduz o texto na esfera do signo, impedindo-o de ser confundido com fenômeno natural. Se, como diz Bakhtin, por trás de todo texto está uma língua, o estudo do texto favorece diretamente a valorização da língua histórica, registrada na história de seus textos. Eis a inestimável contribuição de Bakhtin para a teoria do texto [...] (MACHADO, 1996, p. 92-93)

Como se pode identificar as concepções sobre tecnologia presentes nos trabalhos dos egressos do PPGECT? Dada a natureza da pesquisa, procurou-se um embasamento teórico para

---

<sup>2</sup> Yuval Noah Harari é doutor em história pela Universidade de Oxford, especializado em história mundial e professor da Universidade Hebraica de Jerusalém. Sua linha de pesquisa gira em torno de questões abrangentes, tais como: qual a relação entre história e biologia? Existe justiça na história? As pessoas se tornaram mais felizes com o passar do tempo? Em 2012, ele recebeu o Prêmio Polonsky por Criatividade e Originalidade nas Disciplinas Humanísticas. (fonte: <https://www.lpm.com.br/>)

as análises presentes na Filosofia da Tecnologia. Este é um campo muito vasto de conhecimento, que discute as questões próprias da Filosofia, como ontologia (o ser da coisa), epistemologia (o conhecimento da coisa) e axiologia (questões de valoração). Estas questões são levantadas em contextos como as relações entre tecnologia e ciência, tecnologia e sociedade (aqui inclusas as questões relacionadas à política, economia e sustentabilidade), tecnologia e educação. Querendo aprender mais e discutir os vários aspectos da tecnologia e suas contribuições para a educação tecnológica, decidiu-se realizar análises sobre as teses e dissertações produzidos pelos egressos do PPGECT. A escolha pela pesquisa bibliográfica foi direcionada pela disponibilidade de dois anos para a sua consecução e pela possível contribuição para o campo da educação tecnológica.

Realizou-se uma busca por trabalhos no repositório de teses e dissertações produzidas pelo PPGECT, tendo como critérios algumas palavras-chave como “tecnologia” e “educação tecnológica”, em vários campos: título, palavras-chave, resumo, assunto. Foram encontrados 33 trabalhos (Anexo I). Realizada essa primeira filtragem, fez-se a leitura dos conteúdos selecionados, que foram analisados a partir do campo da filosofia da tecnologia (presentes principalmente na obra do Prof. Cupani<sup>3</sup>) e do campo da Educação Tecnológica (presentes nos trabalhos do Prof. Bazzo<sup>4</sup> e do Prof. De Vries<sup>5</sup>). A partir destes autores, selecionaram-se categorias que pudessem auxiliar as análises. A partir destas, procurou-se alcançar a uma melhor compreensão dos conceitos sobre tecnologia e educação tecnológica presentes nas obras selecionadas. Nada impede que surjam novas categorias analíticas passíveis de serem utilizadas em análises posteriores. A princípio, os resultados podem possibilitar afirmar se existe ou não a necessidade de uma maior discussão da filosofia da tecnologia e, mais

---

<sup>3</sup> Alberto Oscar Cupani é professor titular em DE da Universidade Federal de Santa Catarina. A sua área de docência (graduação e pós-graduação) e pesquisa é a Filosofia da Ciência, investigando principalmente os seguintes temas: ciência e valores, racionalidade e objetividade da ciência, ciência e controle da Natureza, filosofia da tecnologia, epistemologia das ciências humanas, filosofia da História. Autores mais estudados: Thomas Kuhn, Mario Bunge, Paul Feyerabend, Hugh Lacey.

<sup>4</sup> Walter Antonio Bazzo é professor Titular na UFSC no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica e no Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Fundador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET) é hoje seu coordenador. Autor de vários livros possui experiência na área de Educação, com ênfase em Métodos e Técnicas de Ensino.

<sup>5</sup> Marc J. De Vries é professor de educação em ciência da Delft University of Technology em Delft, Holanda e professor de filosofia e pedagogia em tecnologia e engenharia na KTH Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suécia.

especificamente, sobre educação tecnológica nas disciplinas do PPGECT (UFSC), ou ainda, da inserção de uma disciplina específica no referido programa.

### **As categorias analíticas**

Feito o levantamento dos trabalhos do PPGECT, chega o momento em que são realizadas as análises das concepções sobre tecnologia presentes nos mesmos. Primeiramente escolheu-se quatro categorias analíticas básicas, apresentadas por Mitcham<sup>6</sup> (1994), justamente por ele ser uma referência recorrente presente nos trabalhos de Cupani, De Vries e vários outros autores da Filosofia da Tecnologia. Então, a partir das categorias de Mitcham (1994) temos quatro categorias analíticas referentes às formas de se entender a tecnologia: (1) como artefato ou um conjunto/sistema de artefatos; (2) como um domínio de conhecimento; (3) como um conjunto de atividades (aquisição de habilidades, projetar, inventar, inovar, manufaturar, modificar, dar manutenção etc.) e (4) uma característica da vontade/atitude/volição humana. Essas categorias, que serão mais detalhadas adiante, são necessárias, mas não suficientes para uma análise mais abrangente. Outras categorias podem se apresentar quando temos por plano de fundo, as relações entre tecnologia e ciência (tecnologia e ciência como interdependentes, tecnologia como subproduto da ciência), tecnologia e sociedade (determinismo social, determinismo tecnológico, normatividade tecnológica, sustentabilidade), tecnologia e educação (educação tecnológica, tecnologia na educação, tecnologia educacional).

Sintetizando, este trabalho procura analisar as teses e dissertações (filtradas do repositório do PPGECT, explorando os conceitos de tecnologia, as relações entre ciência e tecnologia, entre tecnologia e sociedade e entre tecnologia e educação. Das análises, pretende-se criar uma síntese narrativa de como tecnologia e educação tecnológica estão presentes nas teses e dissertações dos egressos do PPGECT e assim, indiretamente, realizar um diagnóstico e possíveis sugestões para o referido programa.

---

<sup>6</sup> Carl Mitcham é filósofo da tecnologia. É professor na *Colorado School of Mines* e na *European Graduate School in Saas-Fee*.

## **Capítulo 2: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, O ATO TÉCNICO E A TRANSFORMAÇÃO DO MUNDO.**

*“Abra seus braços para mudanças, mas não abra mão de seus valores.”*  
(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)

### **Filosofando sobre Ciência e Tecnologia**

Ciência e tecnologia, como se relacionam? Seria a tecnologia um mero produto da ciência? E a ciência como hoje a conhecemos, consegue progredir sem a tecnologia? Tecnologia e ciência seriam interdependentes? Como tratar a relação de um modo mais profundo do ponto de vista teórico? Essas questões e muitas outras tornaram evidente o campo da Filosofia da Tecnologia. Esta tem a tecnologia como seu objeto de estudo, procurando suas relações com a ciência, com a sociedade, trazendo questões ontológicas, epistemológicas e axiológicas sobre o assunto.

O que seriam as questões ontológicas sobre tecnologia? São questões do tipo: (1) O que é tecnologia? (2) Uma coisa? (3) Um processo? Também somos levados a questionar sobre o que é natural e o que é artificial. Outras questões ontológicas podem estar relacionadas ao determinismo tecnológico ou determinismo social: (1) A tecnologia é autônoma? (2) A tecnologia determina os aspectos econômicos, políticos e culturais de uma sociedade? Ou (3) a tecnologia é determinada pelos fatores sociais? (CUPANI, 2017, p. 23-24)

Questões epistemológicas são relacionadas ao conhecimento, no caso, ao conhecimento tecnológico:

Os problemas epistemológicos dizem respeito ao saber produzido e implicado pela tecnologia. Aqui, as perguntas básicas são: consiste a tecnologia apenas na aplicação da ciência à resolução de problemas práticos? É possível e/ou necessário diferenciar ciência aplicada de tecnologia? Existe um conhecimento especificamente tecnológico, que não se reduz ao científico? Que aspectos ou modalidades ele tem? Em particular, que relação tem com o saber vulgar? A que atitude ou interesse humano responde? E

quanto ao uso das tecnologias: que significa saber usá-las? É esse saber algo meramente repetitivo, ou tem um aspecto criador? [...] em que se diferenciam as regras tecnológicas das leis científicas? Existem teorias especificamente tecnológicas? Como se diferenciam os prognósticos tecnológicos das previsões científicas, e em que se fundamentam? Qual é o papel da verdade na atividade tecnológica? De minha parte, posso ainda acrescentar, seguindo sugestões de outros autores: como se diferenciam as explicações tecnológicas das explicações científicas? Existem “paradigmas” tecnológicos, à semelhança dos científicos destacados por T. Kuhn (1970)? Na medida em que ciência e tecnologia se tornam cada vez mais interdependentes, constituindo o que vem sendo denominado “tecnociência”, é o próprio conhecimento científico um artefato tecnológico? (CUPANI, 2017, p.24)

As questões axiológicas relacionadas à tecnologia são as questões sobre os valores políticos, econômicos, éticos e estéticos a ela relacionados. Aqui temos inúmeros exemplos destas questões:

A começar pela pergunta sobre o valor da própria tecnologia e seu possível compromisso com valores políticos, econômicos, éticos. É a tecnologia algo positivo ou negativo (em algum sentido)? Trata-se de algo axiologicamente neutro e que possa colocar-se a serviço de quaisquer finalidades? São os artefatos, em particular, algo desprovido de conotação axiológica (ética, política, religiosa, econômica) ou existem artefatos inerentemente carregados de significado político, ético, religioso, econômico? [...] É a beleza tecnológica algo diferente da beleza natural (de uma flor, por exemplo), ou ainda, da beleza dos objetos artísticos ou artesanais? [...] Que indicadores de valores tecnológicos são mais fidedignos: a razão benefício/custo, o tempo gasto, ou outros? Como intervêm as considerações axiológicas na formulação de planos urbanísticos, ou educacionais, ou de desenvolvimento de uma nação? [...] Mitcham (1994, cap. 4) amplia essa visão das questões axiológicas envolvidas pela tecnologia ao mencionar de que maneira as novas realidades produzidas pelo desenvolvimento tecnológico suscitam problemas inéditos de natureza ética e política. É moralmente justificada a política armamentista destinada à dissuasão do adversário? As armas nucleares não são acaso intrinsecamente perversas por visarem à destruição total? A produção de energia nuclear para fins pacíficos acaso não envolve riscos (por exemplo, vazamentos de material radiativo), portanto problemas morais, por ameaçar vidas humanas? Por sua vez, a poluição ambiental potencializada pelas tecnologias não constitui acaso uma conduta moralmente reprovável (seja de acordo com uma ética

baseada na lei natural ou com uma ética utilitarista), dado que compromete a existência das gerações futuras? Mais amplamente: temos direito a dispor tecnicamente da existência das restantes espécies vivas, e até do planeta? (CUPANI, 2017, p. 24-26)

Apesar de ser uma área ainda recente, os primeiros autores da Filosofia da Tecnologia surgem por volta da década de 1930. Ortega y Gasset<sup>7</sup> promoveu um curso em 1933, que resultou em um livro chamado *Meditación de la técnica* (1939) (CUPANI, 2017, p.31). Nesta obra, aborda o conceito de ato técnico, que diferencia o homem dos outros animais. É através do ato técnico que o homem transforma a natureza para satisfazer suas necessidades. Ortega y Gasset reconhece como “atos técnicos” aqueles exclusivos ao homem, que se endereçam à transformação do meio (natural ou antropizado). Atos que são tão comuns a nós que nos excluimos de analisá-los mais detalhadamente como faz a filosofia da tecnologia. Se entendemos os atos técnicos como próprios do homem, podemos afirmar que construímos nossa história através desses atos. Historicamente, vivemos imersos em tecnologia, e, por estarmos imersos nela, existem certas características da tecnologia que exigem muita atenção para serem identificadas e estudadas. Programamos nossas atividades, planejamos nossa carreira profissional, escolhemos quais produtos queremos comprar e suas formas de pagamento, buscamos pela eficiência em nossas atividades, procuramos controlar nosso tempo, maximizar nossa energia (saúde), minimizar gastos, controlar nossos corpos, outros corpos, controlar os ambientes, o trânsito, a natureza. Podemos perceber isso no campo, onde o produtor rural exerce um processo de seleção artificial, seja de plantas, animais e fungos, e que planeja sua atividade de acordo com os ciclos do clima e indicadores econômicos. Nos centros urbanos então, toda atividade humana se direciona a partir de referenciais como, tempo, dinheiro, planejamento, agenda, deslocamento, trabalho, comunicação entre tantos outros exemplos. Todos esses processos são relacionados com um agir e pensar tecnologicamente.

Filosofar sobre tecnologia não é exclusividade de filósofos propriamente ditos. Cupani (2017) deixa claro que,

---

<sup>7</sup> José Ortega y Gasset (Madrid, 9 de maio de 1883 — Madrid, 18 de outubro de 1955) foi um ensaísta, jornalista e ativista político, fundador da Escola de Madrid. Ortega é amplamente considerado o maior filósofo espanhol do Século XX.

[...] como ocorre a propósito de outros assuntos, as reflexões filosóficas sobre a tecnologia não se reduzem às originadas em filósofos, no sentido acadêmico do termo, mas provêm também de historiadores (como L. Mumford), sociólogos (como J. Ellul), cientistas políticos (como L. Winner) e teóricos da comunicação (como N. Postman). Além do mais, a tentativa de resolver as questões filosóficas exige às vezes a contribuição de sociólogos e historiadores da tecnologia. Une-se a todos, de alguma maneira, o interesse de compreender a relação da tecnologia com a condição humana. (p.28)

### **Tecnologia e ciência**

Tecnologia e ciência se inter-relacionam. Principalmente hoje, não podemos imaginar a ciência sem a participação da tecnologia, o que, para muitos, justifica a utilização do termo tecnociência. São inúmeros os exemplos. Avanços no conhecimento sobre o espaço são possíveis pelo desenvolvimento de potentes telescópios, satélites, foguetes, ou seja, a ciência depende da tecnologia. Essa dependência ocorre tanto a nível macro (como astronomia e astrofísica) como a nível micro/nano, quando, para se estudar os menores elementos e forças que estruturam a matéria, se faz necessário a construção de um equipamento tecnológico como o ciclotron. Ao mesmo tempo, todos esses avanços tecnológicos tornaram-se possíveis pelo esforço da ciência em busca do conhecimento. Ou seja, hoje, ciência e tecnologia são interdependentes.

O que veio primeiro, o ovo ou a galinha? Essa pergunta é um luxo, pois quem tem tempo para ficar refletindo sobre essas questões? O conhecimento que temos hoje da paleontologia nos permite responder que, a teoria mais aceita é que primeiramente veio o ovo. Na história da evolução das espécies na Terra, as aves teriam surgido a partir de uma linhagem de répteis, répteis que já produziam ovos. Em algum momento, nesta linhagem de répteis, de algum ou alguns ovos, surgiram as primeiras aves. Portanto, o ovo veio antes da galinha. E o que isso tem a ver com a discussão sobre ciência e tecnologia?

Agora, pense numa outra questão, o que veio primeiro, a tecnologia ou a ciência? Refletindo muito sobre o ato técnico (Ortega y Gasset), tecnologia como volição humana (Mitcham), e a atividade (como descrita pela Teoria da Atividade), a tecnologia como volição sempre esteve presente nas atividades humanas, o conhecimento foi e é conhecimento como

práxis, necessário transformar o mundo e assim humanos conseguiam o que queriam. Em uma vida em que pequenos grupos humanos lutavam por comida e abrigo, deveriam criar um mapa mental para criar e percorrer trilhas onde conseguiriam os recursos necessários às suas vidas. Então parar simplesmente para pensar sobre algo sem uma aplicação prática deveria ser um luxo. O Sol, a Lua, as estrelas, o fogo, vento, chuva e tantos outros fenômenos meteorológicos deveriam causar medo e maravilhamento. O nascimento de alguém deveria suscitar perguntas sobre a origem. E a morte, seja por ferimentos, por fome, sede, envenenamento, doença ou velhice deveria causar um estranhamento sobre si e um questionamento sobre o destino. Vida e morte certamente eram questões que precisavam ser aceitas de alguma forma, surgem então os primeiros rituais funerários. Pensamentos, rituais e acontecimentos foram pintados nas paredes de cavernas. Então, enquanto estavam planejando e executando algumas atividades como a caça, estavam desenvolvendo a comunicação e as regras sociais. Certamente os primeiros humanos sonhavam e, como explicar os sonhos? Essa capacidade humana de abstrair-se da realidade objetiva em sonho ou imaginação deve ter levado os primeiros humanos, quando tinham algum tempo, a desenvolver as narrativas sobre si e sobre sua vida, e assim devem ter surgido as primeiras religiões. Sentido para suas vidas, é o que os humanos procuram. Se adiante, na história, as religiões não responderam a algumas questões, procurou-se na ciência as respostas. Daí, que ciência e religião compartilham da natureza de uma crença, de uma narrativa, uma metafísica e a outra física. Por que o céu é azul? Como o Sol produz toda sua energia? O que faz possível a vida na Terra? Estas são questões que anteriormente eram respondidas pelas religiões, mas hoje, são respondidas pela ciência, pelo menos para aqueles que acreditam nela. Não são questões de cunho prático, mas são questões que nos ajudam a entender o mundo em que vivemos. A ciência então, é um luxo a que a nossa sociedade hoje pode recorrer. Luxo que realimenta nossas narrativas (por exemplo, justificando algum problema comportamental ou de saúde como tendo origem genética, ou de comportamento familiar e não mais por algum motivo metafísico/religioso) e impulsiona o aparecimento de novas tecnologias (como, por exemplo, o conhecimento da genética permitindo o surgimento da engenharia genética, os alimentos transgênicos etc.).

Enquanto a ciência busca pela verdade, ou, pela melhor teoria que aproxime de uma verdade, a tecnologia busca pela eficiência, pela melhor solução com melhor razão custo/benefício. Enquanto aquela busca as respostas sobre *o que é* (o fenômeno), a tecnologia

busca saber *para que serve, como posso reproduzi-lo e aplicá-lo*. Já se foi o tempo em que a tecnologia era vista como um campo de conhecimento menor, produto da ciência ou das ciências aplicadas. Hoje a tecnologia possui um campo de pesquisa próprio, com metodologias próprias (CUPANI, 2017; DE VRIES, 2017, 2018; FRANSSEN et al, 2016; JONES et al, 2013).

Em Ricardo et al (2007, p.141) encontramos uma tabela que resume as similaridades e diferenças entre ciência e tecnologia:

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>CIÊNCIA</b>	<b>TECNOLOGIA</b>
<b>Tipo principal de problema</b>	Cognitivo	Prático
<b>Objetivo Final</b>	Entender	Fazer
<b>Centrada em</b>	Hipóteses e Experimentos	Projetos e Programas
<b>Baseada em</b>	Matemática	Matemática e Ciência
<b>Papel da Teoria</b>	Guia para o entendimento	Guia para a ação
<b>Papel da Experimentação</b>	Fonte de dados e testes de idéias	Fonte de dados e teste de projetos e programas
<b>Profundidade</b>	Máxima desejável	Suficiente para propósitos práticos
<b>Impacto Social</b>	Sobre o resto da cultura	Sobre toda a sociedade
<b>Análise custo/benefício</b>	Frequentemente não se aplica	Necessária
<b>Papel da descoberta</b>	Central	Central
<b>Papel da invenção</b>	Central	Central
<b>Crítica</b>	Necessária	Necessária

Fonte: Ricardo; Rezende JR; Custódio ( 2007, p. 141).

Conseguir perceber semelhanças e diferenças entre ciência e tecnologia ajuda a pensar em estratégias diferentes para o ensino de cada uma. São campos diferentes do saber humano. Para o ensino e aprendizagem, saber as diferenças facilitam as análises e as sínteses de cada um dos saberes. Diferenciar educação científica da tecnológica também é valorizar a diversidade do conhecimento humano.

**Formas de se entender a tecnologia - as dimensões da tecnologia.**

No campo da Filosofia da Tecnologia, Mitcham (1994) é uma referência recorrente. Em seu trabalho, destaca quatro formas de se entender a tecnologia: (1) como artefato ou um conjunto/sistema de artefatos; (2) como um domínio de conhecimento; (3) como um conjunto de atividades (aquisição de habilidades, projetar, inventar, inovar, manufaturar, modificar, dar manutenção etc.) e (4) uma característica da vontade/atitude/volição humana (ou da sociedade humana - *Homo technologicus* e a sociedade tecnológica). Esta última forma também é tratada por vários autores, como uma dimensão social da tecnologia, com discussões a respeito dos valores éticos e políticos (CUPANI, 2017; DE VRIES, 2005, 2017, 2018; FRANSSEN et al, 2016; JONES et al, 2013; BAZZO et al, 2016 a; BAZZO, 2016 b; BAZZO, 2016, c).

A primeira categoria, a tecnologia como artefato ou conjunto/sistema de artefatos, é a dimensão mais óbvia para as pessoas. Percebe-se esta dimensão quando estas falam de tecnologia identificando-as como: automóveis, *smartphones*, *tablets*, computadores, redes de computadores, rede de telefonia celular, robôs, remédios etc.

A segunda categoria, a tecnologia como um domínio de conhecimento, ajuda a distinguir o conhecimento tecnológico do conhecimento das ciências naturais. Esta distinção é importante quando se trata da educação tecnológica. Aqui é de extrema importância discorrer sobre a normatividade no conhecimento tecnológico. Conhecer o que é realizado pelo artefato ou sistema de artefatos tecnológicos não é tão importante quanto saber para que, ou o que o artefato ou sistema de artefatos deveria realizar (por exemplo, uma faca deve cortar, o lápis deve escrever etc.). O conhecimento das ciências naturais carece desta normatividade (por exemplo, estuda-se a água para se conhecer o que ela é, sua estrutura, seu comportamento em determinadas situações - a água é o que é e não existe para uma determinada função). Outra característica interessante da tecnologia como domínio de conhecimento é como este pode ser construído, ensinado/aprendido. Além de simplesmente saber como fazer (*know-how*), parte do conhecimento tecnológico não pode ser colocado em livros, mas deve ser construído a partir da convivência, de uma relação do tipo mestre/aprendiz. Pode-se dizer que o conhecimento tecnológico é de natureza teleológica, ou seja, eu penso em como aplicar um determinado conhecimento (prático, científico ou tecnológico) para realizar tal coisa.

A terceira dimensão da tecnologia está relacionada a um conjunto de atividades. Estas seriam a invenção, inovação, projeto, produção e manutenção de artefatos ou sistemas de artefatos. Exemplificando: como construir uma casa, preparar o concreto, como dirigir um

automóvel, como produzir gelo a partir da água no estado líquido, como proceder ao implantar uma prótese dentária, como se tirar uma amostra de sangue, preparar uma lâmina a ser observada num microscópio etc. Esta dimensão relaciona-se diretamente com a anterior, já que ao projetar, por exemplo, um automóvel, deve-se escolher materiais, processos e procedimentos mais adequados na sua construção, para que este responda eficientemente ao público ou à sua função ao qual é destinado.

A quarta dimensão da tecnologia, como volição humana, é a menos perceptível e a menos presente nos textos sobre tecnologia. Como escrito por Cupani (2017):

[...] a tecnologia como volição, isto é, como manifestação de determinada atitude ou propósito do homem na sua relação com a realidade.[...] como vontade de sobreviver, como vontade de controle ou poder, como vontade de liberdade, como procura pela eficiência, como afã de realizar um ideal humano. [...] essa diversidade suscita novos problemas. Por um lado, o aspecto volitivo é o modo de manifestação da tecnologia mais individualizado ou subjetivo: a maneira única como a motivação da pessoa se conecta com a produção, o uso e o conhecimento dos artefatos. Por outro lado, cabe perguntar-se pela correspondência entre a intenção subjetiva e o que podemos denominar “intenção objetiva” de uma tecnologia (independentemente de nosso propósito circunstancial, um revólver foi feito para ferir ou matar e uma caneta, para escrever).[...] (p.21-22)

Como pode-se perceber, esta última dimensão da tecnologia é a dimensão mais sutil e mais sujeita aos dilemas éticos, aos estudos sociais mais críticos com relação à tecnologia.

### **A epistemologia da tecnologia**

A epistemologia indaga sobre a natureza do conhecimento humano nas suas diversas formas, não se limitando a “saber que” (hoje é dia tal, etc.) mas também o “saber como” (fazer, usar, etc.). As realizações tecnológicas resultam em um determinado saber. Bastariam estas considerações para percebermos que epistemologia e tecnologia não são mundos separados (CUPANI, 2008).

Pensando na ontologia dos artefatos e dos processos, a transformação tecnológica de uma dada ordem natural pode ser considerada como uma fonte epistêmica para a tecnologia.

(MORRISON-LOVE, 2017, p.23). O mesmo autor traz uma reflexão sobre diferentes epistemologias:

“Ultimamente tem-se argumentado que enquanto a epistemologia da matemática surge na busca de prova, e na ciência, da interpretação da natureza, a epistemologia da tecnologia surge da transformação de uma dada ordem natural.” (MORRISON-LOVE, 2017, p. 24)

A tecnologia não está separada da teoria nem é mera aplicação da ciência pura. Ela tem um componente criativo particularmente manifesto na investigação tecnológica e na planificação de políticas tecnológicas.

“Ao tecnólogo interessa o conhecimento como um meio de ação, não como algo de valor inerente. E, embora pressuponha a clássica noção de verdade como adequação do pensamento à realidade, se interessa ‘pelas informações (dados), hipóteses e teorias verdadeiras na medida em que conduzam às metas desejadas’.” (BUNGE, 1980, apud CUPANI, 2017, p.110).

E o que é conhecimento? Aqui, nesta pesquisa, conhecimento é conhecimento em práxis. Tecnologia é inerente à práxis humana e assim é uma maneira humana universal de conhecimento que está presente em cada cultura singular. Existem muitas tecnologias e formas de uso (por exemplo, dos artefatos) definidos culturalmente por cada grupo social. Portanto, para entender a tecnologia e sua inerente epistemologia (tecnoepistemologia), se faz necessária uma estrutura de análise que leve em conta esta diversidade cultural. (EJICK & CLAXTON, 2008, p.224 – 226). Sobre isso é possível dar alguns exemplos: (1) uma bola de futebol, criada numa sociedade que pratica este esporte, não teria o mesmo significado ou utilidade em uma cultura que desconheça o esporte; (2) linhas de código de computador fazem sentido numa sociedade que utiliza computadores e sentido algum para uma sociedade sem computadores; (3) o sistema único de saúde (SUS), como tecnologia de prestação de serviços e organização do sistema de saúde brasileiro não tem sentido algum para uma cultura que não tenha um serviço público de saúde.

Para explicitar o conceito de “artefato” (diferenciado com um asterisco --- artefato\*), dentro da Teoria da Atividade<sup>8</sup>, vamos recorrer a Eijck e Claxton (2008) quando realizam suas análises:

A Teoria da Atividade reconhece que conhecimento é conhecimento em práxis. Como tal, o conhecimento é inerente à relação que se desdobra continuamente entre seres humanos e o ambiente, que é coletivamente modificado com relação às suas necessidades. O conhecimento humano, como a tecnologia, amplia o indivíduo humano. Sua unidade de análise é a atividade humana, que leva em consideração tanto a natureza coletiva da vida humana quanto a relação cultural-historicamente determinada com o meio ambiente. [...]. Atividade humana é assim concebida como um sistema de relações em que as necessidades humanas são centrais. O conhecimento, então, está presente e se espalha por todo o sistema; é inferível a partir de ações padronizadas e ações deixam traços dentro e fora dos corpos humanos, que posteriormente vão mediar ações no futuro. Tais traços podem ser conceituados como artefatos. “Artefato” é um dos conceitos centrais da Teoria da Atividade e pode ser entendido como qualquer ferramenta, sinal, ou outros meios necessários para a mediação entre o sujeito, um agente humano e o objeto, a coisa ou mudança no ambiente em que um ser humano simultaneamente age e reage e interage com o mesmo, estabelecendo uma relação histórico-cultural com o meio ambiente. Consequentemente, o conhecimento pode ser visto como parte da atividade orientada a objetos e mediada por artefatos (Vygotsky, 1978). Por causa da noção central de artefatos nas atividades humanas, a teoria da atividade é adequada para descrever a tecnologia (especialmente como conhecimento). (p. 224-226, tradução do autor)

Existe então uma relação dialética entre os seres humanos e a tecnologia:

Devido ao seu foco na atividade mediada por artefato, a Teoria da Atividade fornece as ferramentas para entender a tecnologia além de sua manifestação material, isto é,

---

8 A teoria da atividade surgiu no campo da psicologia, com os trabalhos de Vigotski, Leontiev e Luria. Ela pode ser considerada um desdobramento do esforço por construção de uma psicologia socio-histórico-cultural fundamentada na filosofia marxista. Embora a denominação “teoria da atividade” tenha surgido mais especificamente a partir dos trabalhos de Leontiev, muitos autores acabaram por adotar essa denominação também para se referirem aos trabalhos de Vigotski, Luria e outros integrantes dessa escola da psicologia. Atualmente essa teoria apresenta claramente um caráter multidisciplinar, abarcando campos como a educação, a antropologia, a sociologia do trabalho, a lingüística, a filosofia. (DUARTE, 2003, p.280)

como uma forma de conhecimento humano. Artefatos moldam a maneira como os seres humanos interagem com a realidade, e moldando atividades externas moldam simultaneamente as internas. Mais ainda, os artefatos geralmente refletem as experiências de outras pessoas que tentaram resolver problemas semelhantes anteriormente e inventaram ou modificaram os artefatos para torná-los mais eficientes. Essa experiência é acumulada ("cristalizada") nas propriedades estruturais dos artefatos (formato de um martelo, artes de pesca etc.) bem como no conhecimento de como os artefatos devem ser usados, ou seja, as práticas culturais que podem ser consideradas também artefatos. Artefatos são criados e transformados durante o desenvolvimento da atividade em si e levam consigo uma cultura específica – os remanescentes históricos desse desenvolvimento. (EIJCK & CLAXTON, 2008, p. 224-226, tradução do autor)

Sendo uma atividade humana, existe uma relação dialética entre tecnologia e epistemologia. Existem epistemologias específicas que são inerentes, constituintes do projeto e uso de artefatos e, como resultado, uma tecnologia ligada a estes. No processo da modelagem de ambos, epistemologia e tecnologia, artefatos\* são moldados pelas práticas e estas moldam artefatos\*:

No processo da modelagem de ambas, a epistemologia e a tecnologia, os artefatos são modelados por práticas, assim como estas são pelos artefatos. A tecnologia, como forma de conhecimento, é simultaneamente inerente aos artefatos, no sentido material (uma peça de tecnologia), bem como histórico-culturalmente incorporada na atividade humana em que esses artefatos atendem a uma necessidade específica. Ambos componentes mediam simultaneamente as ações padronizadas dos seres humanos e deixam traços nos corpos humanos que, posteriormente, mediam ações no futuro. Tais traços não são, portanto, apenas conhecimento tradicional, isto é, vinculados a conceitos e princípios escritos nos livros, mas também com visões de mundo e habilidades - características da práxis do ser humano profundamente enraizada no corpo humano. [...] Para a teoria da atividade, a epistemologia única da tecnologia são as formas de conhecimento ligados aos artefatos que atendem a necessidades humanas específicas e à práxis em que elas são desenvolvidas e que subsequentemente (re) moldam. Assim, qualquer tecnologia pressupõe epistemologias únicas que têm a ver com a práxis à qual ela é inerente e que é moldado por ela. Como tal, a Teoria da Atividade nos permite entender melhor a natureza da tecnologia como algo com uma

aparência culturalmente diversa. (EIJCK & CLAXTON, 2008, p. 224-226, tradução do autor)

### **Tecnologia e sociedade -- o processo civilizatório**

A tecnologia só existe pela ação humana. No processo civilizatório foi objeto de desejo, mola propulsora, processo, causa e efeito. Podemos dizer que a tecnologia surgiu na relação entre humano e mundo, como um prolongamento das capacidades humanas físicas (ferramentas, máquinas, próteses) e cognitivas (a linguagem, as memórias em mídias, processos decisórios como “IA” -- inteligência artificial -- e aprendizado de máquina). Também é uma lente com a qual o homem moderno (contemporâneo) vê o mundo, como o explora e o modifica -- insumos, processos, produtos, rejeitos -- onde tudo (inclusive o próprio ser humano) torna-se objeto de possíveis processos tecnológicos. O ser humano vem transformando o mundo e se transforma, num processo dialético até os dias de hoje.

A tecnologia é uma manifestação do ser humano, tão relacionada com seu processo civilizatório que não se vê sem ela e, não raramente, nem percebe o quanto ela está presente. Tornou-se um prolongamento do ser, uma forma de viver o mundo, de criá-lo e transformá-lo. Na materialização dos intentos humanos, a tecnologia torna-se um produto, sua forma mais óbvia (um carro, um computador, um sistema educacional, um plano de saúde, etc.), mas também deixa traços no ambiente, que vão interagir com outros humanos, transformando-os nas suas relações com estes.

Tecnologia também é uma arte, arte de transformar o mundo. Criaram-se soluções para muitos problemas (Ex.: moradia, saúde, alimentação) mas também foram gerados outros novos (Ex.: novas doenças, crises sociais e ambientais). Ao transformar o mundo, o homem transforma a si mesmo, podendo ser o ato transformador parte da sua identidade. A pessoa se identifica com aquilo que exerce (cientista, técnico, engenheiro, motorista, agricultor) ou ainda como um modo de ser (um internauta, moderno, capitalista, *fashion*). A velocidade da mudança neste processo civilizatório é tanta que vivemos uma crise identitária, uma crise de valores, uma crise planetária. Para alguns, a tecnologia é uma ameaça, para outros a solução, mas, de

toda forma, o homem e sua tecnologia podem mudar a sua própria história. A tecnologia assim pensada é o par dialético do homem no processo civilizatório.

Bazzo atua há muitos anos como professor e pesquisador no campo dos estudos sociais em ciência e tecnologia (CTS). Ao longo dos anos, percebendo o aumento vertiginoso das variáveis que moldam as estruturas e o funcionamento das sociedades humanas, afirma que o atual processo civilizatório é suicida e está levando a humanidade a um ponto de ruptura, perigoso para a sua própria existência. Ele defende então uma educação mais crítica dos atores sociais sobre o processo civilizatório e suas relações. Neste processo a tecnologia, por sua grande influência nos meios social e natural é uma das variáveis de grande importância:

Com este artigo, objetivo apresentar um alerta para a falta de contundência da educação tecnológica e, por extensão, da educação formal como um todo, especialmente relativa às análises das relações CTS e às soluções das graves questões contemporâneas, que vêm comprometendo a sobrevivência da espécie humana e dos demais seres vivos. Estamos passando do limite da passividade e nos tornando quase que coniventes a um processo civilizatório suicida, elitista e, perigosamente, cruel. As variáveis em jogo no tabuleiro complexo das sociedades do norte e do sul do planeta, em algum momento, haverão de se constituir em objetos de trabalho docente, o que ajudará a superar os apassivados sistemas educacionais no mundo inteiro e, ao mesmo tempo, a contribuir para a formação de uma mentalidade que priorize o bem-viver e a equidade social. Considerando o desafio aqui esboçado, alguns autores contemporâneos de diferentes áreas me auxiliarão na defesa dessa ideia, cujo ponto de ruptura exige uma desobediência ao equivocado processo civilizatório vigente que, se ignorado no plano educacional, poderá ter consequências nefastas e irreversíveis à humanidade. Em síntese, a partir das reflexões acerca da equação civilizatória, busco evidenciar as variáveis e os elementos fundamentais envolvidos nessa finalidade no intuito de auxiliar projetos e ações capazes de reverter tal cenário. (BAZZO, 2016 b, p.73)

Bazzo chega a afirmar que a tecnologia faz parte da nossa compreensão de mundo, onde existe a necessidade ser “alfabetizado” nela e que, não compreender as relações entre ciência, tecnologia e sociedade é viver à deriva, sujeitando-se aos caprichos do poder hegemônico:

Não existem mais áreas determinadas para assumirem a responsabilidade de tais conhecimentos. Quando falamos em entender os meandros da tecnologia, queremos dizer que ela é parte inerente da nossa compreensão de mundo. É quase como uma ‘alfabetização’ necessária para todos. Tal qual um processo inicial de aprendizagem da leitura e da escrita. [...] Não entender a relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e as inúmeras outras variáveis que interferem na vida humana é estar vulnerável aos caprichos do poder hegemônico, que ainda continua a determinar a maneira que devemos nos comportar perante o mundo capitalista, industrial, e diante de outras ideologias e sistemas deste imenso planeta Terra. Precisamos iniciar o processo de conscientização e entendimento sobre esses valores indispensáveis para a sequência da vida de todas as espécies desde a hora que começamos a respirar. (BAZZO, 2018, p.64)

De acordo com Civiero (2016),

O processo civilizatório é composto por elementos que colocam a sociedade contemporânea em movimento e, por isso, sua análise é fulcral para a compreensão da modernidade. Nesse conjunto, mantêm-se intactas estruturas fundamentais da sociedade, conformando-se às exigências da lógica social metabólica do poder hegemônico. (p.252)

Na sociedade a tecnologia está presente de várias formas, das mais visíveis e reconhecidas (como os artefatos/sistemas de artefatos tecnológicos) até as mais invisíveis e despercebidas (como uma atitude humana perante a realidade).

A evolução tecnológica cada vez mais acentuada. O aumento de sua complexidade não tem sido acompanhado por uma evolução social e por uma visão mais crítica sobre este processo, levando ao aparecimento de desníveis de complexidade (CASTI, 2012) entre sistemas. Tais desníveis se manifestam de várias formas como desconforto, medo (com relação ao futuro, ao emprego etc.) ou total confiança na tecnologia (atribuindo a ela um tipo de poder mágico). Os mesmos desníveis, segundo a teoria da complexidade podem levar ao que John

Casti<sup>9</sup> chama de eventos X, são eventos extremos, disruptivos, cujos efeitos tendem a restabelecer o equilíbrio dinâmico entre sistemas. Entre os eventos X apontados por Casti estão aqueles de origem humana, que poderiam ser minimizados pela ação do próprio homem. Um exemplo desta situação pode ser a relação entre dois sistemas, o governo e a população (os governados), um governo ditatorial tem baixa complexidade e a população, munida de meios de comunicação vai se organizando, aumentando seu nível de complexidade, até o momento em que não aceita mais o governo ditatorial. Essa diferença de complexidade pode originar um evento X, como uma revolução que leva a queda do governo, ou, caso o governo convoque eleições e torne-se democrático, este aumenta seu nível de complexidade, a um nível mais próximo da população, restabelecendo o equilíbrio entre os sistemas, diminuindo a possibilidade da ocorrência de um evento disruptivo, um evento X.

Harari (2018) aponta para a necessidade da humanidade rever suas escolhas quanto ao modo de vida, completamente permeado pela tecnologia. Em sua obra “21 Lições para o século 21”, aponta para a convergência das tecnologias da informação e comunicação (TIC) e a biotecnologia, transformando radicalmente a sociedade, trazendo enormes desafios. O surgimento cada vez mais acelerado de tecnologias disruptivas não é acompanhado por um discernimento, uma racionalidade à altura das transformações, gerando muito mais conflitos que harmonia a níveis individual, social e planetário.

Visto que a relação entre ciência, tecnologia e sociedade é complexa, a formação de novos profissionais, sejam eles engenheiros, técnicos, pesquisadores e professores, deve-se considerar essencial a discussão mais aprofundada sobre essa complexa relação. Esta discussão é identificada como estudos sociais sobre ciência e tecnologia (estudos CTS) e, ampliada para além do âmbito CTS, como estudos da equação civilizatória<sup>10</sup> e suas variáveis. (BAZZO, 2019; BAZZO, 2018; BAZZO et al, 2016 a; BAZZO, 2016 b; BAZZO, 2016 c; BAZZO, 1998).

---

<sup>9</sup> John Casti, nascido nos Estados Unidos, matemático e Ph.D., especializou-se nos estudos das teorias dos sistemas e da complexidade. Ele é um dos fundadores do X-Center, uma instituição de pesquisa com sede em Viena que analisa eventos extremos causados pelo homem e como prever sua ocorrência. Além de ter trabalhado por muitos anos para o Santa Fe Institute e a Rand Corporation, fez parte do corpo docente das universidades de Princeton, do Arizona e de Nova York. Atualmente, Casti mora em Viena, na Áustria.

<sup>10</sup> “A equação civilizatória tem a pretensão de servir como uma ferramenta tal qual um algoritmo matemático, que permite, sempre que necessário, alocar novas variáveis que surgem neste mundo convulsionado, exatamente em busca dessa refundação tão bem explicitada por Guillebaud. Refundação de contextos que incorporam, quase que diariamente, novas variáveis, as quais os jovens estudantes precisam aprender a equacioná-las para ajudar a

Ainda que a tecnologia tenha trazido muitos confortos para a sociedade, não podemos negar que também surgiram muitos desafios (problemas) associados ao processo civilizatório adotado pela humanidade. Desafios como o aquecimento global, a poluição e alteração dos ecossistemas da Biosfera, o aumento da desigualdade social e outros, apontam para a necessidade de mudança da postura, da atitude humana perante o que se apresenta. (BAZZO, 2019; CASTI, 2012; CAVALCANTI, 2010; FUKS, 2012; HARARI, 2018; MARQUES, 2018). E mudança de atitude é aprendizado, portanto, passível de um processo de ensino e aprendizagem.

### **Tecnologia, economia e sustentabilidade**

No mundo em que se tornam cada vez mais evidentes as mudanças climáticas, a diminuição da biodiversidade e suas consequências econômicas e ecossistêmicas a ONU (2017) sugere dezessete objetivos a serem atingidos para um desenvolvimento sustentável. Entre eles destacam-se alguns: assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível a energia para todos (obj. 7); assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis (obj. 12); tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (obj. 13); conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável (obj.14); proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade (obj.15). Estes, dentre outros, tratam das relações entre a sociedade, a economia e a Biosfera<sup>11</sup>, do uso consciente dos recursos (matéria e energia) e da não degradação do meio ambiente. As metas são urgentes, frente ao horizonte limite para a sobrevivência da espécie humana na Terra. Esta preocupação com a conscientização das pessoas sobre esta situação e o diálogo e a busca por soluções é relativamente recente. Tornou-se mais evidente nos anos 70 com o movimento *hippie* nos EUA

---

aprimorar as relações sociais, o que favorecerá a efetivação dos princípios de equidade no processo civilizatório em curso.” (BAZZO, 2016 b, p.79)

11 Conjunto de todos os ecossistemas do planeta Terra.

e posteriormente, com maior embasamento científico, materializado no Relatório Brundtland (ONU, 1987), trabalho que também ficou conhecido como “Nosso Futuro Comum”. Para resolver este desafio, torna-se necessário saber como ele surgiu, quais seus impactos conhecidos e potenciais, como evitar ou mitigar os problemas existentes e prevenir problemas futuros. No cerne desta problemática, discute-se a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

E por que se fala em desenvolvimento sustentável? Justamente porque o modelo de desenvolvimento adotado em quase todo o mundo é um modelo capitalista que depende da constante produção e fluxo (comercialização) de bens de consumo, que está exaurindo os recursos naturais a níveis nunca antes vistos, o que, para muitos cientistas, é insustentável justamente pela limitação dos recursos e pelo modelo econômico adotado. Um modelo até então considerado pela economia como um sistema fechado, com um possível círculo virtuoso no qual desde a retirada das matérias primas da natureza, sua conversão em bens de consumo e reciclagem dos resíduos parece possível de ser realizado, por isso um desenvolvimento sustentável, sustentável no sentido de não degradação do meio ambiente e da qualidade de vida (dos humanos) no planeta. Entretanto, este sistema econômico mostra-se cada vez mais complexo e aberto, envolvendo muito mais “relações com” e “consequências ao” ecossistema (mais precisamente Biosfera ou sistema vida). Neste contexto surge uma nova concepção de economia, a economia ecológica, para a qual a economia é um subsistema da Biosfera. Dentre as concepções da Economia Ecológica está a bioeconomia de Georgescu-Roegen<sup>12</sup>. Para este autor, a economia seria um sistema aberto incluso na biosfera e nesta, impera a segunda lei da termodinâmica que indicaria, na verdade, uma insustentabilidade. O atual sistema econômico é insustentável porque a presença dos seres vivos e, particularmente do homem e suas ações, causam um aumento (unidirecional) da entropia geral do sistema em que vivemos. Nesta concepção, os efeitos antropogênicos provenientes da tecnologia têm um papel-chave.

Na sociedade como conhecemos hoje, os artefatos tecnológicos têm um papel de destaque, por estarem cada vez mais presentes na vida das pessoas. São objetos de desejo pelas promessas de conforto e de prazer. São objetos de fé pela tecnologia ser depositária, assim

---

<sup>12</sup> Nicholas Georgescu-Roegen (Constança, Romênia, 4 de fevereiro de 1906 - Nashville, Tennessee, 30 de outubro de 1994) foi um matemático e economista heterodoxo romeno cujos trabalhos resultaram no conceito de decrescimento econômico. É considerado como o fundador da bioeconomia (ou economia ecológica).

como a ciência, da crença na descoberta de soluções para todos os problemas presentes e vindouros. Para a economia ecológica, até este momento, cabe ao homem escolher entre desacelerar (ou atrasar) a degradação ou continuar no modelo atual, acelerando a degradação da Biosfera. Assim, a discussão sobre sustentabilidade implica em estudar e questionar a relação entre ciência (aqui inclusa a economia) e tecnologia, sociedade e meio ambiente. E, se desejamos mudanças, certamente teremos que pensar em um processo de educação/aprendizagem, que se traduza em mudança de comportamento.

Se partirmos do princípio da insustentabilidade do modelo econômico hegemônico atual, que reduz os recursos de baixa entropia e devolve ao ambiente resíduos que aumentam a entropia da Biosfera, seria possível modificar o comportamento econômico da sociedade humana contemporânea? Torna-se interessante tratar inicialmente da relação entre homem e meio ambiente. José Ortega y Gasset, fez reflexões sobre o homem e sua relação com a natureza através dos *atos técnicos*:

“[...] estes atos modificam ou reformam a circunstância ou natureza, conseguindo que nela haja o que não há – seja que não existe aqui e agora quando se necessita, seja que em absoluto não existe. Pois bem, estes são os atos técnicos, específicos do homem. O conjunto deles é a técnica, que podemos, desde logo, definir como a reforma que o homem impõe à natureza em vista a satisfação de suas necessidades. [...] A técnica é a reforma da natureza.” (ORTEGA Y GASSET, 1963, p. 14).

Importante salientar esse modo de ser do homem, uma vez que “[...] A técnica é o contrário da adaptação do sujeito ao meio, posto que é a adaptação do meio ao sujeito. [...]” (ORTEGA Y GASSET, 1963, p.17). Portanto, o homem não se adapta, ele adapta o ambiente (e aqui pode incluir-se as outras pessoas) aos seus propósitos. Isso tem implicações na relação entre homem e natureza, não somente nos tempos primevos do paleolítico, mas também na atualidade. De acordo com Ortega y Gasset, para o homem, na busca pelo seu bem-estar no mundo, o supérfluo é o necessário:

“O homem não tem empenho algum por estar no mundo. No que tem empenho é em estar bem. Somente isso lhe parece necessário e todo resto é necessidade somente na medida em que faça possível o bem-estar. Portanto, para o homem somente é necessário o objetivamente supérfluo. [...] Não tem dúvida: o homem é um animal para

o qual somente o supérfluo é necessário. [...] E isto é essencial para entender a técnica. A técnica é a produção do supérfluo: hoje e na época paleolítica. [...] Do ponto de vista do simples existir o animal é insuperável e não necessita a técnica. Mas o homem é homem porque para ele existir significa desde logo e sempre bem estar; por isso é na atividade, técnico criador do supérfluo. Homem, técnica e bem-estar são, em última instância, sinônimos. [...].” (ORTEGA Y GASSET, 1963, p.21-22)

Nesta contínua busca pelo seu bem-estar, em que o supérfluo é necessário, encontramos o motor da economia, o desejo, a produção e o consumo de bens e a exploração dos recursos naturais. Dentre os autores que discutem o novo paradigma da economia ecológica, escolheu-se os trabalhos de Fuks<sup>13</sup> (2012) e Cavalcanti<sup>14</sup> (2010) que dão uma boa introdução ao tema e também fazem referências importantes ao trabalho de Georgescu-Roegen, um expoente da área. A economia nesta perspectiva (ou paradigma), vê o sistema econômico como um subsistema do ecossistema (para ser mais preciso, sistema vida ou biosfera) (CAVALCANTI, 2010; FUKS, 2012).

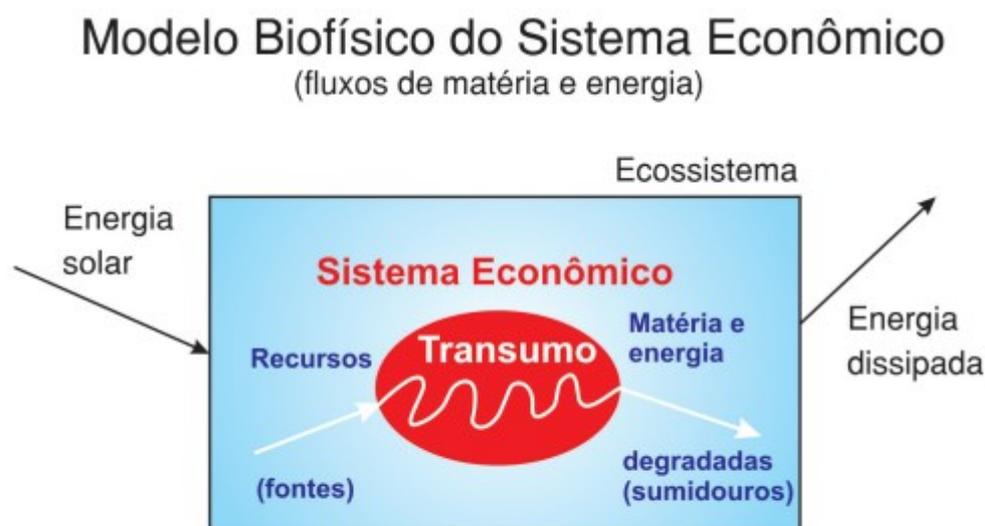


Figura 3 – A economia-atividade como sistema aberto dentro do ecossistema (*visão ecológica da economia*).

<sup>13</sup> Maurício Fuks é professor de Economia Ecológica, Economia Ambiental e Gestão Ambiental no Mestrado de Economia Empresarial da Universidade Cândido Mendes (RJ).

<sup>14</sup> Clóvis Cavalcanti é economista ecológico, escritor, professor da Universidade Federal de Pernambuco, pesquisador da Fundação Joaquim Nabuco, presidente de honra da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (EcoEco), presidente eleito da ISEE (Sociedade Internacional de Economia Ecológica)

(fonte: CAVALCANTI, 2010)

Para compreender a biofísica do sistema econômico:

“A questão que se impõe na Figura 3 é conceber a economia-atividade como sistema aberto dentro do ecossistema (o ecossistema é o todo; a economia, uma parte). Matéria e energia entram no sistema econômico, passam pelo processo que se chama em inglês de *throughput* (uma tradução de *throughput* para o português poderia ser ‘transumo’) e viram lixo ou matéria e energia degradadas. O significado do transumo é o mesmo do fluxo metabólico de um organismo vivo. O organismo assimila recursos externos que provêm do meio ambiente e devolve a esse a sujeira que resulta do metabolismo, depois que a parte útil dos recursos é utilizada. Aí não há propriamente criação de riqueza. Há, sim, transformação de matéria e energia de baixa entropia (recursos) em matéria e energia de alta entropia (lixo) – como estabelecem as incontornáveis leis da termodinâmica. À perspectiva termodinâmica da EE pode-se atribuir a característica de visão ecológica da economia. Segundo ela, o sistema econômico tem aparelho digestivo, além do circulatório imaginado pela economia convencional. É essa também a compreensão biofísica do processo econômico, de Georgescu-Roegen (1971).” (CAVALCANTI, 2010, p.58-59)

Na perspectiva da Economia Ecológica, está presente a compreensão biofísica, implicando numa revisão do que seja a dinâmica do crescimento ou desenvolvimento da economia. Então, ao pensarmos em sustentabilidade, temos que ter consciência de uma visão transdisciplinar. Uma relação muito ampla e complexa entre a sociedade, ciência e tecnologia e sustentabilidade (ou meio ambiente). O destino da sociedade está estreitamente relacionado com suas escolhas, e a economia pode ser vista como “análise de comportamento do consumidor sob condições de desejos ilimitados e recursos finitos.” (CAVALCANTI, 2010, p.61). De acordo com Cavalcanti, no pensamento de Georgescu-Roegen, o sistema econômico consome natureza, inexoravelmente fornecendo lixo de volta ao sistema natural e justifica sua existência por proporcionar prazer e bem-estar à sociedade contemporânea (hegemonicamente capitalista). Então, a fonte primordial do bem-estar é um sistema de baixa entropia. O modelo econômico capitalista afirma-se na insustentabilidade visto que:

“[...] se o desenvolvimento não for sustentável -- o que significa que seja insustentável --, não será desenvolvimento. Constituirá um processo destinado ao fracasso, uma mentira (geralmente encapada pelo credo do crescimento). Em essência, os economistas ecológicos tendem a adotar esta última postura.” (CAVALCANTI, 2010, p.65).

Se pensarmos em termos de Biosfera, estaremos incluindo todos os seres vivos e não somente os humanos. A questão da sustentabilidade ou insustentabilidade deixa de ser uma simples questão econômica e local para ser uma questão planetária. Fuks traz outras reflexões sobre a questão da presença dos organismos vivos no planeta:

“Organismos vivos não são exceção à segunda lei da termodinâmica, pois sobrevivem absorvendo baixa entropia do meio ambiente para compensar o aumento de entropia a que estão sujeitos. Deste modo, embora evitem temporariamente a sua dissipação, seres vivos elevam a entropia do sistema como um todo, isto é, do meio ambiente onde estão inseridos. Ou seja, a presença de vida acelera o processo entrópico (GEORGESCU-ROEGEN, 1971, 1993 apud FUKS, 2012, p.106-107)

Esta questão torna-se importante na discussão sobre a origem das mudanças climáticas que vivemos, se antropogênicas ou não. Na relação homem e meio ambiente, envolvendo técnica, tecnologia e seus artefatos, Fuks ainda traz algumas considerações de Georgescu-Roegen sobre o uso dos “instrumentos exossomáticos” utilizados pela humanidade:

“[...] Segundo Georgescu-Roegen, a evolução exossomática gerou os conflitos sociais que caracterizam a espécie humana, o que o levou a questionar se estávamos viciados em tais instrumentos, e a concluir que, por causa deles, o problema de nossa sobrevivência se diferenciou do das demais espécies, tornando-se uma questão bioeconômica.” (FUKS, 2012, p.107)

Ao analisarmos o comportamento econômico da sociedade, se fizermos analogia com uma terapia para a recuperação de um viciado (mais precisamente um adicto), a sociedade adicta, de início, não reconhece seu estado, nem seu comportamento como tal, se defendendo e negando seu estado de todas as formas. Somente quando reconhece e aceita sua condição

torna-se possível um tratamento. Aqui, o tratamento, a mudança do seu comportamento econômico ou de relação com a natureza, a mudança de atitude, de paradigma, pode ser realizada através de um processo de educação, de ensino/aprendizagem.

E como se constrói esta sociedade adicta ao consumo? Voltando à ideia da relação entre o homem e a natureza através dos atos técnicos, podemos retomar o assunto com algumas reflexões trazidas pela Filosofia da Tecnologia. O professor e filósofo Alberto Cupani em seu livro *Filosofia da Tecnologia*, traz diversos autores e dentre eles Borgmann, Marcuse, Habermas e Feenberg, filósofos que tratam da relação entre tecnologia e sociedade, tecnologia e poder.

Para Borgmann, a tecnologia é um

“[...] modo de vida próprio da Modernidade. [...] é o modo tipicamente moderno de o homem lidar com o mundo, um paradigma ou padrão [...] característico e limitador da existência, intrínseco à vida cotidiana [...] o surgimento e o poder desse padrão constituem [...] o evento de maiores consequências do período moderno [...] Deve-se reconhecer na tecnologia um fenômeno básico, que tem sua chave na existência dos dispositivos que nos fornecem objetos de consumo.” (CUPANI, 2016, p.140-141)

São reflexões necessárias quando pensamos nas escolhas realizadas diariamente pelas pessoas. A sociedade busca nos artefatos tecnológicos uma saciedade das suas necessidades “supérfluas” (lembrando Ortega y Gasset). No dia a dia, isso é evidente na propaganda, no apelo sistemático ao consumo dos artefatos tecnológicos. E a escolha do que se consome tem consequências:

“[...] isso é o decisivo -- o consumo universal de produtos é a realização da promessa da tecnologia. O sonho de uma vida humana menos penosa e mais rica tem-se transformado numa cultura que visa apenas o lazer derivado de consumir cada vez mais produtos tecnológicos. A vida dentro do paradigma da tecnologia resulta sem rumo e, no entanto, impositiva. [...] a promessa da tecnologia está em consonância com os ideais de liberdade, igualdade e autorrealização próprios da democracia liberal, a qual foi sendo conquistada de acordo com o paradigma tecnológico” (CUPANI, 2016, p. 144-147)

Para Marcuse a racionalidade tecnológica se transformou numa racionalidade política, constituindo-se numa forma requintada de domesticação do ser humano:

“[...] a racionalidade tecnológica se transformou em racionalidade política nas sociedades industriais avançadas. Sob a aparência de democracia, essas sociedades, cada vez mais opulentas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, constituem formas requintadas de domesticação do ser humano, cuja vida está cada vez mais reduzida à dimensão única do que se considera racional. Essa racionalidade [...] está reduzida à eficiência definida pelas metas (não discutidas) que o sistema econômico-político persegue. [...] A vida social está, assim, organizada com base numa repressão que não é percebida como tal, na ilusão de que a ciência e a tecnologia representam instrumentos de uma existência mais livre e feliz.” (CUPANI, 2016, p. 151)

Esta racionalidade que se traduz em alienação e domesticação social também é tratada por Habermas, que faz reflexões sobre como a ciência e a tecnologia trabalham na legitimação da ordem social:

“[...] sem prejuízo da sua validade específica, a ciência e a tecnologia funcionam na sociedade industrial como formas de legitimação da ordem social cujo caráter ideológico passa despercebido precisamente porque o pensamento científico é considerado como a antítese do pensamento ideológico (no sentido, por exemplo, dos mitos e das doutrinas religiosas). [...] Habermas via na ciência e na tecnologia a manifestação da racionalidade que se tornou autônoma na Modernidade com relação aos outros aspectos da vida humana.” (CUPANI, 2016, p.152)

Para Feenberg, existe um código social, também denominado código técnico do capitalismo, que legisla sobre nossas vidas:

“[...] Nosso modo de vida, nossos próprios gestos, são programados pelos nossos artefatos com uma rigidez que não tem precedentes em sociedades pré-modernas. O código diz respeito às características de objetos, sistemas e sujeitos da tecnologia, como também ao que são ações. Sob o código técnico do capitalismo, a eficiência tem como mais importante medida o proveito que se realiza na venda de mercadorias. A ele se subordina toda outra consideração e por ele são ignoradas outras preocupações

(como a qualidade de vida, a educação, a justiça social ou a proteção do meio ambiente), reduzidas a meras externalidades.” (CUPANI, 2016, p.162).

Feenberg também ressalta que “[...] os trabalhadores deixaram de ser entendidos como agentes possuidores de certa *commodity* – sua força de trabalho – para converterem-se em ‘recursos humanos’.” (CUPANI, 2016, p.162). Aqui percebe-se a generalização da racionalidade técnica para todas as relações humanas.

Para José Corrêa Leite<sup>15</sup>,

“[...] A raiz dos problemas ambientais está na destrutividade e no desperdício que marcou a sociedade industrial. [...] A crise ecológica é [...] resultado do impacto cumulativo sobre a biosfera [...] mais de dois séculos de atividades da civilização industrial, acelerada nas últimas décadas pela globalização neoliberal. [...] Os ritmos da vida e da biosfera são [...] modulados por processos físico-químicos e biológicos que não se submetem aos tempos da economia [...]” (LEITE, 2008, p.59).

Se a sobrevivência da humanidade depende cada vez mais de recursos de baixa entropia, para Fuks, a redução dos mesmos é o principal problema da humanidade e,

“[...] Diante desta dinâmica, torna-se eticamente questionável o uso dessa fonte para a produção de objetos supérfluos [...] A pergunta-chave é se estaríamos dispostos a deixar de lado tais luxos para auxiliar seres humanos no futuro longínquo.” (FUKS, 2018, p.108)

Citando o pensamento de Boulding<sup>16</sup>, Fuks afirma que estamos passando por “[...] um longo período de transição em relação à imagem que possuímos do meio ambiente.” Passando da concepção da economia (ou ética) do *Cowboy*, em que o espaço e os recursos da Terra são

---

<sup>15</sup> José Corrêa Leite Junior é professor da Faculdade de Comunicação da Fundação Armando Álvares Penteado - FAAP. Principais linhas de trabalho: filosofia da ciência, sociologia da comunicação, ecologia e teoria política. (Fonte: Currículo Lattes). Fonte: <<https://bv.fapesp.br/pt/pesquisador/91084/jose-correa-leite-junior/>>

<sup>16</sup> Kenneth Ewart Boulding (Liverpool, 18 de janeiro de 1910 – 18 de março de 1993) foi um economista estadunidense nascido na Inglaterra. Em 1967 tornou-se professor da Universidade do Colorado em Boulder, onde permaneceu até aposentar-se.

percebidos como ilimitados, para a economia (ou ética) do Astronauta, a metáfora da espaçonave Terra:

“[...] nosso planeta é uma nave espacial usada para uma longa viagem (a sustentabilidade), sem reservatórios ilimitados (para extrair baixa entropia ou lançar alta entropia) e com uma quantidade limitada de recursos incluídos a bordo. “[...] Produção e consumo não são mais percebidos positivamente, o objetivo passa a ser o desenvolvimento de tecnologias que mantenham um dado estoque, fazendo menos uso do transumo, ou seja, com menos consumo e produção.” (FUKS, 2012, p.110)

Esta abordagem, em que se procura manter o estoque do capital natural total (CNT) como condição mínima de sustentabilidade é conhecida como “sustentabilidade forte” (FUKS, p.111). Para os autores desta abordagem, assim como para Boulding,

“[...] a evolução humana passou de uma era na qual o capital gerado pelo ser humano (isto é, capital manufaturado) era o fator limitante para o desenvolvimento econômico, para uma era em que o capital natural restante se tornou o fator limitante [...]” (FUKS, 2012, p.111)

Começamos com a percepção de uma necessidade premente de mudança em nossa relação com o planeta, materializada nas metas na ONU para o desenvolvimento sustentável, necessárias para que as gerações presente e futuras possam continuar vivendo na Terra. Vimos que esta relação foi construída desde o princípio de nossa espécie com sua singular relação com o meio ambiente, até nossa sociedade moderna. Nesta relação, a tecnologia tem um papel muito importante na relação homem e meio ambiente, então procuramos contribuições de vários pensadores para clarear as relações entre ciência e tecnologia, homem (sociedade) e meio ambiente. Vimos que o modelo de desenvolvimento econômico atual é predominantemente capitalista, regido por uma racionalidade técnica que também tem poder político, domesticando e alienando o homem. Vimos que esta racionalidade técnica do capital tem como maior valor a eficiência na geração e circulação de bens de consumo, que explora os recursos de baixa entropia e devolve rejeitos de alta entropia ao ambiente, o que inviabiliza cada vez mais a vida na Biosfera. Também vimos que esta análise econômica, a partir da segunda lei da

termodinâmica, é conhecida como Economia Ecológica. Os autores deste novo paradigma econômico apontam para a transição da economia do *cowboy* para a economia do astronauta, em que se faz analogia da Terra a uma espaçonave, na qual a humanidade viaja (a viagem da sustentabilidade) com recursos limitados. Desta limitação aponta-se para a necessidade da mudança do comportamento econômico da sociedade (uma das variáveis da equação civilizatória, conceito apresentado pelo professor Bazzo). Mudar o comportamento de uma sociedade é um processo longo e, necessariamente, um processo de aprendizagem contínuo. Precisamos de uma educação que aborde as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e como estas variáveis podem afetar o futuro da vida na Terra, uma abordagem educacional que vise a emancipação do ser humano, um sujeito que constrói seu conhecimento a partir de uma visão crítica de sua historicidade. Nesta abordagem, a aprendizagem se realiza na busca das respostas às questões levantadas. Mais do que nunca, hoje precisamos identificar as questões fundamentais à vida no planeta. A questão é o início do aprendizado. É a “[...] questão que organiza o conhecimento e nos dirige para a investigação do desconhecido. A vida não é sobre respostas – é sobre questões e a procura de soluções para os problemas [...]” (ZARE, 2008 apud MARQUES, 2018).

### Capítulo 3. SUBSÍDIOS PARA A COMPREENSÃO DO FENÔMENO “EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA”

*“Leve em consideração que grandes amores e grandes realizações envolvem grandes riscos.”*

*(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

#### **Educação, cultura e identidade como formas de narrativas**

Nesta seção são expostas algumas ideias de Harari. Suas ideias ajudam a compreender melhor a maneira como os humanos se comportam como espécie, e como sua história e estratégias de sobrevivência implicam, ainda hoje, na forma de se relacionarem em sociedade e com o planeta. Ele afirma que os humanos dominam o planeta porque são capazes de criar, disseminar e acreditar em ficções, e assim, unidos em uma mesma narrativa ficcional, conseguem reunir enormes populações de completos estranhos para trabalhar conjuntamente:

“Os humanos sempre viveram na era da pós-verdade. O *Homo sapiens* é uma espécie da pós-verdade, cujo poder depende de criar ficções e acreditar nelas. Desde a Idade da Pedra, mitos que se autorreforçavam serviram para unir coletivos humanos. Realmente, o *Homo sapiens* conquistou esse planeta graças, acima de tudo, à capacidade exclusiva dos humanos de criar e disseminar ficções. Somos os únicos mamíferos capazes de cooperar com vários estranhos porque somente nós somos capazes de inventar narrativas ficcionais, espalhá-las e convencer milhões de outros a acreditar nelas. Enquanto todos acreditarmos nas mesmas ficções, todos nós obedecemos às mesmas leis e, portanto, cooperamos efetivamente.” (HARARI, 2018, p. 208 - 209)

Essa capacidade humana de criar narrativas e viver ao redor delas também revela muito do humano, cujo pensamento (comportamento não manifesto) e comportamento

(comportamento manifesto) estão intrinsecamente relacionados às narrativas, próprias ou de outrem:

“[...] O *Homo sapiens* é um animal contador de histórias, que pensa em narrativas e não em números ou gráficos, e acredita que o próprio universo funciona como uma narrativa, repleta de heróis e vilões, conflitos e soluções, clímaxes e finais felizes. Quando buscamos o sentido da vida, queremos uma narrativa que explique o que quer dizer realidade e qual é meu papel particular no drama cósmico. Esse papel faz com que eu me torne parte de algo maior, e dá significado a todas as minhas experiências e escolhas.” (HARARI, 2018, p. 238)

De acordo com Harari, um passo importante para nós humanos seria reconhecer que nosso próprio “eu” é uma narrativa ficcional:

“E, para entender a nós mesmos, um passo crucial é reconhecer que o eu é uma narrativa ficcional que os intrincados mecanismos de nossa mente estão o tempo inteiro fabricando, atualizando e reescrevendo. Em minha mente existe um contador de histórias que explica quem eu sou, de onde venho, para onde vou e o que está acontecendo agora. Assim como porta-vozes que dão sua versão distorcida das últimas turbulências políticas, o narrador interior repetidamente entende as coisas errado, mas raramente, se é que alguma vez, o admite. E assim como o governo constrói mitos nacionais com bandeiras, ícones e paradas, minha máquina de propaganda interna constrói um mito pessoal com memórias valorizadas e traumas de estimação que quase nunca se parecem com a verdade.” (HARARI, 2018, p. 265)

Então, o que foi e ainda é vantajoso para o *Homo sapiens*, a possibilidade de criação, propagação e credo em ficções, também é sua fraqueza, no sentido que ter dificuldade em separar realidade da ficção. Essa característica humana, essa “força-fraqueza”, abre possibilidades de modulações comportamentais, tanto para o processo de educação e aprendizagem como a manipulação das mentes humanas. Assim, Harari praticamente afirma a educação como um processo de construção de narrativa:

[...] “a ilusão do conhecimento”. Pensamos que sabemos muito, mesmo quando individualmente sabemos muito pouco, porque tratamos o conhecimento dos outros

como se fosse nosso. [...] De uma perspectiva evolutiva, confiar no conhecimento de outros funcionou extremamente bem para o *Homo sapiens*. (p. 196)

Então, se educamos e nos educamos através de narrativas, como estas podem acompanhar o ritmo frenético de mudanças que enfrentamos hoje? Como e o que devemos ensinar hoje para uma criança que vai entrar no mundo adulto do trabalho em aproximadamente vinte anos? De acordo com Harari, quanto mais simples for a narrativa, mais fácil a disseminação da mesma, e por consequência, o processo de ensino-aprendizagem. Então, como construir uma narrativa que tenha sentido uma vez que o mundo muda tão rapidamente? Primeiramente, Harari mostra o que não deveríamos estar fazendo:

“Num mundo assim, a última coisa que um professor precisa dar a seus alunos é informação. Eles já têm informação demais. Em vez disso, as pessoas precisam de capacidade para extrair um sentido da informação, perceber a diferença entre o que é importante e o que não é, e acima de tudo combinar os muitos fragmentos de informação num amplo quadro do mundo.[...] E agora o nosso tempo se esgotou. As decisões que tomarmos nas próximas poucas décadas vão moldar o próprio futuro da vida, e só podemos tomar essas decisões com base na visão atual do mundo. Se esta geração não tiver uma visão abrangente do cosmos, o futuro da vida será decidido aleatoriamente.” (HARARI, 2018, p. 231)

Como e o que deveria ser ensinado então? Certamente em processos contínuos de mudança cada vez maiores e mais rápidos, os níveis de estresse tendem a aumentar. Então, além do volume enorme de dados e informações a que estamos e estaremos sujeitos, as pessoas irão ter que aprender mais a respeito de si mesmos e buscar recursos que auxiliem a se reinventarem e manterem seu equilíbrio mental:

“Então, o que deveríamos estar ensinando? Muitos especialistas em pedagogia alegam que as escolas deveriam passar a ensinar ‘os quatro Cs’ pensamento crítico, comunicação, colaboração e criatividade. Num sentido mais amplo, as escolas deveriam minimizar habilidades técnicas e enfatizar habilidades para propósitos genéricos na vida. O mais importante de tudo será a habilidade para lidar com mudanças, aprender coisas novas e preservar seu equilíbrio mental em situações que não lhe são familiares. Para poder acompanhar o mundo de 2050 você vai precisar

não só inventar novas ideias e produtos — acima de tudo, vai precisar reinventar a você mesmo várias e várias vezes.[...] Em meados do século XXI, mudanças aceleradas e vida mais longa tornarão o modelo tradicional obsoleto. A vida se esgarçará, e haverá cada vez menos continuidade entre os diferentes períodos de vida. ‘Quem sou eu?’ será uma pergunta mais urgente e complicada do que jamais foi. [...] É provável que isso envolva imensos níveis de estresse. Pois mudanças são quase sempre estressantes, e após uma certa idade a maioria das pessoas simplesmente não gosta de mudar. [...] Para sobreviver e progredir num mundo assim, você vai precisar de muita flexibilidade mental e de grandes reservas de equilíbrio emocional. Terá que abrir mão daquilo que sabe melhor e sentir-se à vontade com o que não sabe. [...] Aos próprios professores falta a flexibilidade mental que o século XXI exige, pois eles mesmos são produto do antigo sistema educacional.” (p. 231 - 234)

### **Diferenciando educação científica da tecnológica**

Pesquisadores têm apontado para a necessidade de se fomentar mais discussões sobre a filosofia da tecnologia, uma vez que a compreensão dos aspectos ontológicos, epistemológicos e axiológicos relacionados à filosofia da tecnologia proporciona embasamento teórico para áreas correlatas, como a educação tecnológica (CUPANI, 2017; DE VRIES, 2005, 2017, 2018; FRANSSEN et al, 2016; JONES et al, 2013; BAZZO, 2019; BAZZO et al, 2016 a).

Percebe-se na leitura de trabalhos sobre ECT que, em vários deles, os termos “educação científica” e “educação tecnológica” são utilizados quase de modo indiscriminado, Quando por exemplo se fala em alfabetização científica e tecnológica, atribuindo-se à educação em ciências a tarefa de preparar cidadãos aptos a atuarem na sociedade contemporânea e nada se fala sobre educação tecnológica, esta fica restrita ao aprendizado da operação de artefatos. Possivelmente existem vários motivos para isso, como a não diferenciação entre ciência e tecnologia, a visão da tecnologia como subproduto da ciência ou ainda uma visão muito restrita da tecnologia. Nesse sentido, devemos tentar compreender como os adjetivos “científico” e “tecnológico” são diferenciados, concebidos em diferentes contextos e diferentes referenciais teóricos, oferecendo subsídios para se pensar a educação científica e tecnológica.

Com relação à discriminação entre educação científica e tecnológica, pode-se utilizar como guia o trabalho de Ricardo et al (2007) onde são delineadas semelhanças e diferenças

entre ciência e tecnologia. O processo pedagógico deve levar em conta essas diferenças e semelhanças, já que o objetivo é mediar a formação de pessoas que vão trabalhar com ciência e tecnologia. Aqui esclarecemos que não estão sendo dispensados outros fatores, como a formação crítica de um cidadão e profissional, só não serão discutidos neste momento.

Enquanto na educação científica, os professores devem auxiliar os estudantes a lidarem com problemas de natureza cognitiva, alcançando um objetivo final, que geralmente é entender um determinado objeto de estudo, na educação tecnológica os professores devem auxiliar os estudantes a lidarem com problemas práticos e saber o que fazer para alcançarem as soluções para esses problemas.

Se a educação científica deve trabalhar com teorias que servem como guia para o entendimento do objeto de estudo, centradas em hipóteses e experimentos, com a possível utilização da matemática, na educação tecnológica trabalham-se com teorias que servem como guia para a ação, gerando projetos e programas, hipóteses e experimentos próprios, para se alcançar a práxis desejada.

Outra questão relaciona-se à profundidade almejada para o alcance dos objetivos. No exercício da ciência, almeja-se a maior profundidade, o maior entendimento possível do objeto de estudo e para isso nem sempre são realizadas análises de custo/benefício, já que o conhecimento por si só seria considerado algo sem preço. Já no exercício da tecnologia, o estudante, o futuro profissional, deve estar preparado para realizar várias análises de custo/benefício e assim decidir também sobre quando se alcançam satisfatoriamente os objetivos da práxis, não se busca por perfeição, mas sim por eficiência, pelo melhor resultado com melhor custo/benefício.

### **As especificidades da ET e a formação dos professores**

Antes de tratar da educação tecnológica, deve-se enfatizar que existem diferenças quando se fala em tecnologia na educação, tecnologias de educação e educação tecnológica (ou educação em tecnologia). Quando um trabalho trata da tecnologia na educação, geralmente trata de artefatos ou sistemas de artefatos tecnológicos a serem utilizados nos processos educativos, usos de *smartphones*, computadores, *sites*, programas de computador para citar alguns exemplos. Tecnologias de educação tratam de metodologias educacionais, como utilizar

os artefatos e sistemas nos processos educacionais, como fazer uso daqueles considerados tecnologias na educação (citados anteriormente), aqui encontram-se por exemplo a gamificação<sup>17</sup> do ensino, o teatro como ferramenta de ensino, e até mesmo os métodos de ensino conhecidos (construtivismo, ensino por projetos, *peer to peer* etc.) podem ser considerados como tecnologias de ensino / aprendizagem. A educação tecnológica, seria especificamente a promoção da aprendizagem em tecnologia, ou em áreas eminentemente tecnológicas (como os cursos técnicos ou as engenharias).

A educação tecnológica não se dá somente no campo teórico, mas também no *saber como fazer*. Acontece na relação professor/aprendiz, em que certas habilidades e/ou procedimentos, para serem aprendidos, devem ser realizados em conjunto com quem já tem experiência em fazer. Daí, vários autores apontam para a dificuldade dos professores sem experiência no campo tecnológico atuar na educação tecnológica. Estas relações têm repercussões nos processos de ensino e aprendizagem em educação tecnológica como, por exemplo, o desenvolvimento de competências em tomar determinadas decisões num projeto visando aumentar a eficácia, minimizar custos, atender aos desejos do mercado e critérios de sustentabilidade. (DE VRIES, 2005, 2017, 2018; FRANSSEN et al, 2016; JONES et al, 2013).

Ampliando o questionamento sobre a formação em educação tecnológica, longe de ser um tecnóforo, Bazzo salienta a necessidade de uma formação mais crítica, de modo que, tanto o professor, como os estudantes e futuros profissionais, possam questionar o atual processo civilizatório e atuar de forma mais ética, consciente, e assim tornem-se agentes de transformação social e não somente reprodutores do que está posto. (BAZZO, 2019; BAZZO et al, 2016 a; BAZZO, 2016, b; BAZZO, 2016 c; BAZZO, 1998; BAZZO et al, 2000).

Bazzo et al (2000) procuraram identificar alguns aspectos que pudessem auxiliar na compreensão da práxis do ensino de engenharia (que aqui foi generalizado para a educação tecnológica). Eles apontam algumas questões propostas como temas de investigação:

- como estruturar didaticamente uma disciplina assumida como técnica, considerando as dimensões socioculturais?

---

17 Gamificação é um neologismo referente ao ato de transformar parte do ensino, atividades pedagógicas, avaliações como se fossem jogos, onde se ganham pontos ao se realizar as tarefas, competições com colegas etc.

- com que perspectivas realizar a sua preparação didática?
- como um sistema técnico, um artefato tecnológico, uma pesquisa, transforma-se em conhecimento a ensinar?
- enfim, como o conhecimento tecnológico se transforma em conhecimento escolar?
- de que maneiras o conhecimento das origens de um conhecimento tecnológico, e sua trajetória de transformação, pode alterar o conteúdo a ensinar e a abordagem didática de uma disciplina e quais as implicações disso?
- como a interdisciplinaridade posta nos objetos de ensino de engenharia pode ser abordada no processo de ensino técnico, comprometendo-o com suas bases formadoras (socialmente comprometido e referenciado), sem perda de objetividade? (p. 143)

Bazzo et al (2000), defendem a identificação e análise crítica dos pressupostos considerados válidos e das práticas pedagógicas cotidianas. Ou seja, deve-se procurar por referenciais (epistemológicos, psicológicos e sociológicos) que possam sustentar uma análise crítica da prática pedagógica. De acordo com eles,

[...] a não consideração dessas dimensões implica profunda limitação e obstaculização de qualquer tentativa de transformação do sistema de ensino tecnológico, porque a análise das questões de ensino recairia, como tem acontecido, apenas em aspectos técnicos de ajuste da grade curricular e de reafirmação da manutenção de práticas hegemônicas não mais ajustadas à realidade atual, de aprimoramento instrumental sem compreensão de suas especificidades e limitações como agentes de ensino, enfim, de toda a trama que envolve os diversos atores sociais que são, afinal, os geradores e os depositários da tecnologia. (p. 143)

### **A educação tecnológica no mundo**

Jones, Buntting e De Vries (2013) realizaram uma revisão sobre o desenvolvimento da educação tecnológica num período de 25 anos. Levantaram as questões e as soluções encontradas por vários países na América do Norte (Canadá, Estados Unidos), Europa (Finlândia, França, Inglaterra), Ásia (China e Índia), África do Sul e Oceania (Austrália e Nova Zelândia). Tenta-se aqui resumir os pontos principais levantados no referido trabalho quanto (1) à sua importância estratégica; (2) às questões curriculares; (3) às áreas-chave para as políticas em educação tecnológica e (4) à formação dos professores em ET.

O domínio das tecnologias é considerado estratégico para o desenvolvimento econômico/social por vários países. Daí a importância dada à implementação de políticas de educação direcionadas ao campo da educação tecnológica. Entretanto, na prática, os governos depararam-se com dificuldades relacionadas ao despreparo dos professores para este campo, falhas na formação, no currículo, nas metodologias de ensino/aprendizagem e nas políticas públicas. (JONES et al, 2013)

Os estudos do campo da educação tecnológica levantados nos países acima citados apontam para a necessidade de: (1) abordar os vários aspectos da tecnologia trazidos pela filosofia da tecnologia; (2) estudar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade; (3) tratar das bases do conhecimento tecnológico; (4) pesquisar conceitos de aprendizagem e processos; e (5) criar estruturas para o desenvolvimento curricular. Os países que têm obtido os melhores resultados (para os autores da pesquisa) têm investido: (a) na formação de professores; (b) no desenvolvimento profissional; (c) no fomento às pesquisas na área da ET (educação tecnológica) e (d) no aperfeiçoamento suas políticas educacionais. (JONES et al, 2013).

São consideradas áreas-chave para as políticas educacionais em educação tecnológica: (1) direcionamento para a especialização dos professores; (2) financiamento para a formação profissional continuada (dos professores); (3) aperfeiçoamento das abordagens de ensino e pesquisa; (4) implementação de processos de relatório e (5) levantamento de dados para pesquisa. Alguns campos foram considerados sensíveis: (1) currículo sobrecarregado; (2) a falta de caminhos claros de ensino/aprendizagem em tecnologia nos vários graus de ensino; (3) saber onde são necessários conhecimentos tecnológicos na qualificação para o ensino superior; (4) a influência das subculturas dos professores nos processos educacionais. (JONES et al, 2013, p.196-197).

A formação dos professores e o desenvolvimento profissional deles influencia no desenvolvimento da educação tecnológica como disciplina, porque os professores tendem a reproduzir o seu próprio processo de formação. A criação de um programa de ET deve levar em consideração o contexto, como um reflexo das visões históricas e filosóficas da educação e da educação tecnológica propriamente dita de cada país ou região. Deve-se aliar o conhecimento do assunto (tecnologia) com o conhecimento pedagógico (JONES et al, 2013). O desenvolvimento profissional pode assumir vários formatos, desde aprendizagem informal até pós-graduação, existindo a necessidade de integração entre professores (campo da

educação) e comunidade tecnológica (campo da atuação profissional). Os programas de formação de professores e desenvolvimento profissional, considerados bem sucedidos (pela equipe de Jones) desenvolvem estudos em: educação; pedagogia; conteúdos tecnológicos; currículo; práticas tecnológicas; design e inovação.

### **Proposições para o ensino de tecnologia**

Dentre as visões sobre tecnologia destacadas por Mitcham, a maior parte da sociedade só percebe a tecnologia sob a forma de artefatos e, nas escolas, isso não é diferente. Portanto existe a necessidade de se aproveitar a produção da filosofia da tecnologia, aliada aos conhecimentos da área do ensino/aprendizagem para modificar esta situação (DE VRIES, 2005, 2017, 2018; EJICK & CLAXTON, 2008; FRANSSSEN et al, 2016; JONES et al, 2013; MORRISSON-LOVE, 2017).

Em “*Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers*” (2005), De Vries, de uma forma muito didática, trata de cada um dos aspectos da tecnologia como apresentados por Mitcham, escrevendo um capítulo para cada um dos aspectos e, ao final, faz proposições de como cada um desses aspectos poderia ser abordado no ensino de tecnologia. Ele atua como professor e pesquisador nos Países Baixos (*Neederlands*), e publica anualmente um compêndio de pesquisas em educação tecnológica realizadas em vários países em continentes distintos, chamado Manual de Educação Tecnológica. Resumidamente apresentam-se aqui as sugestões de De Vries para a educação tecnológica: (1) Aprender tecnologia como artefato ou sistema de artefatos; (2) Aprender tecnologia como conhecimento; (3) Aprender tecnologia como um saber fazer, os processos e (4) Promover o aprendizado sobre tecnologia como volição/atitude humana.

Aprender tecnologia como artefato ou sistema de artefatos. Este é o aspecto mais evidente para os estudantes. Nas aulas, eles poderiam ser estimulados a explorar os artefatos, observando sua composição, suas funcionalidades. Procura-se despertar a percepção, o entendimento da relação entre a natureza física e a natureza funcional dos artefatos. Caso seja um sistema, mostrar como um artefato se conecta a outro de modo que o sistema desempenhe sua função (ou funções) de maneira adequada. O nível de abstração requerido em cada atividade deve ser de acordo com o nível da turma. Uma sugestão seria levar a turma a um

museu, onde poderiam ser analisadas ferramentas antigas, facas, lanças, machados e pensar no processo realizado por um arqueólogo que, ao encontrar um objeto, ou parte dele, tenta reconstruir um cenário possível para aquele objeto. (DE VRIES, 2005, p. 26-27).

Aprender tecnologia como conhecimento. É aqui onde se trabalha com os aspectos normativos do conhecimento tecnológico. Deve-se promover o entendimento de como se realizam as decisões e os julgamentos em tecnologia. Aprendemos o que é determinado dispositivo, o que ele deveria ser/fazer, o que seria considerado um bom e um mau funcionamento. Entendemos sobre suas propriedades materiais, quais são os materiais adequados para cada propósito. Devemos utilizar do aspecto interdisciplinar da tecnologia, e assim promovermos seu aprendizado de forma coerente e cooperativa com outras disciplinas. No ensino fundamental (primário) já não existe uma separação entre disciplinas. No ensino médio (secundário) a interdisciplinaridade já está presente e deve ser explorada. No ensino superior podem ser explorados os aspectos que relacionam tecnologia e sociedade. Aqui também podemos promover o aprendizado através de projetos, integrando aspectos técnicos com não-técnicos. (DE VRIES, 2005, p. 47-48).

Como aprender tecnologia como um saber fazer, isto é, os processos tecnológicos (Ex.: projeto, fabricação, manutenção, reparação, transformação etc.)? Nos anos iniciais o professor tem um papel principal na exposição das críticas sobre a adequabilidade do método, dos processos, para cada situação particular. Progressivamente, em níveis mais elevados, deve-se estimular uma participação cada vez maior dos estudantes, para que eles sejam mais ativos ao refletir sobre os métodos mais adequados para os processos. Outra questão importante é fazer com que os estudantes percebam as diferenças entre vários tipos de tecnologias. Nos anos iniciais, a diferença entre tecnologia e outras atividades humanas. Nos anos finais, o entendimento mais apurado das diferenças entre tecnologias o que, inclusive, poderá auxiliar na escolha de uma carreira profissional, entendendo, por exemplo, que engenharia elétrica, análise de sistemas e arquitetura são carreiras tecnológicas, mas são muito diferentes em suas atividades. (DE VRIES, 2005, p.64-65).

Finalmente, como promover o aprendizado sobre tecnologia como volição/atitude humana perante a realidade? Aqui é necessária uma estratégia de ensino bem diferente. Este é o aspecto mais “invisível” da tecnologia. Aqui se exploram as atitudes de crença ou descrença na tecnologia, as questões éticas, as relações entre tecnologia e poder, tecnologia e o capital, o

desejo do controle e manipulação da natureza e das pessoas. De Vries sugere que sejam utilizados os jogos de papéis, os grupos de discussão, filmes, músicas (letras de), obras de arte, que estimulem a reflexão e as discussões filosóficas sobre o tema (DE VRIES, 2005, p.85).

Além do trabalho desenvolvido por De Vries descrito acima, existe uma grande contribuição da abordagem CTS, que, expandida para o estudo das variáveis da equação civilizatória (BAZZO, 2016 b), estimula essas discussões e o desenvolvimento de uma visão mais crítica no exercício da volição humana. Existe a necessidade de se trabalhar cada vez mais com as questões éticas, questões de responsabilidade sobre as ações tomadas, questões relativas à sustentabilidade e uma formação mais humanizada (BAZZO, 2019; BAZZO et al, 2016 a; BAZZO, 2016 b; BAZZO, 2016 c; BAZZO, 1998). Os educadores podem se familiarizar com os questionamentos provenientes da Filosofia da Tecnologia e com a forma de abordagem CTS e os estudos das variáveis da equação civilizatória para introduzir e trabalhar com a ET. É possível se pensar num currículo dinâmico, que seja adaptável a cada turma de estudantes, temas geradores, ideias para o processo de ensino/aprendizagem. Daí a necessidade de um embasamento conceitual, que ajude os educadores a se posicionarem no ensino da tecnologia dentre as outras disciplinas, e ajudar na problematização e no debate relacionado a vários temas relacionados a tecnologia e sociedade.

### **Por uma educação tecnológica mais humanizada e desobediente**

Bazzo traz uma preocupação na formação dos profissionais em Ciência e Tecnologia, principalmente os professores, alertando para o modelo de ensino e aprendizagem que, em sua opinião, precisa ser remodelado e contribuir para uma formação mais humanística e não somente tecnológica. Defende uma presença maior das questões filosóficas, sociais, ecológicas na educação tecnológica, que contribuam para uma formação mais crítica dos professores e estudantes (futuros profissionais), preparando-os para lidar com os desafios trazidos pelo modelo civilizatório contemporâneo. Seu trabalho é reconhecido em ensino e pesquisa da abordagem CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), trabalha diretamente com a formação de engenheiros, professores e pesquisadores no ECT. Mas questionando justamente a abordagem CTS, propõe ampliá-la para o que ele chama de “estudo das variáveis da equação civilizatória”. (BAZZO, 2019; BAZZO et al, 2016 a; BAZZO, 2016 b; BAZZO, 2016 c; BAZZO, 1998).

Cabe explicitar como Bazzo chegou à conclusão da insuficiência do termo CTS e a necessidade do surgimento do estudo das variáveis da equação civilizatória. De início trabalhava com CTS da maneira como ele surgiu e se traduzia nos anos 1970:

“Meus estudos e pesquisas nos últimos anos vêm apontando a insuficiência da ideia CTS para compreender e resolver as questões sociais derivadas das relações indissociáveis entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, isto é, dos efeitos da complexa interação dos ecossistemas. Importante destacar que, por volta de 1970, o movimento CTS se traduzia em forte crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico vigente por não ser condizente aos interesses do bem-viver de todas as pessoas pertencentes a diferentes classes sociais, nacionalidades, etnias, idades etárias e culturas. Época em que foram calcados exatamente o pensamento crítico e o debate em torno desse modelo cuja função primordial era atender aos interesses de uma minoria econômica e politicamente dominante.” (BAZZO, 2016 b, p. 80-81)

Com o tempo, Bazzo percebe um aumento drástico de variáveis a serem analisadas, e assim começam a aparecer várias outras siglas ligadas ao CTS, o que é interpretado como insuficiência da abordagem:

“As variáveis aumentaram drasticamente e a ideia de CTS, de maneira progressiva e acentuada, vem se distanciando das possíveis resoluções da equação anteriormente desvelada: conflito de interesses e concentração de bens de produção e consumo por uma ínfima minoria da população mundial. Provavelmente, por essa razão, vários grupos de pesquisa começaram a introduzir mais elementos à sigla CTS: CTS+I, CTS+A, CTS+X, Y ou Z. Para mim, a acomodação desses elementos só revela a necessidade de alteração de rota, tendo em vista que as variáveis são extremamente complexas e de natureza diversa, o que dificulta a resolução apenas por meio da relação entre ciência, tecnologia e sociedade.” (BAZZO, 2016 b, p.81)

Bazzo, questionando as prioridades nas relações existentes no processo civilizatório, já com os questionamentos que ultrapassam os âmbitos da abordagem CTS, propõe então que nos estudos destas relações, todas variáveis presentes nesta equação (então chamada de equação civilizatória) devem ser analisadas a partir da premissa da busca pelo desenvolvimento humano:

“Com o aparecimento frequente dessas variáveis no processo civilizatório, qual será a ordem das prioridades nessa relação? Para gerir qualquer esfera da vida em sociedade, faz-se necessário primeiramente refletir sobre o desenvolvimento humano e, depois, o científico e o tecnológico? No âmbito educacional, o que e como fazer para disponibilizar uma formação profissional ética, que seja capaz de favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade, da intuição e dos sentimentos de pertença e identidade? Finalmente, as instituições dos diferentes níveis de ensino podem contribuir para solucionar os problemas já mencionados anteriormente? Eis a lógica da utilização dessa equação sempre aberta a mutações de acordo com o tempo e o contexto em que estamos vivendo.” (BAZZO, 2016 b, p.81)

E o que seria então essa educação desobediente da qual fala o professor Bazzo? Lembrando o grande educador brasileiro, Paulo Freire, seria uma educação que promovesse autonomia e não fosse uma “educação bancária”, uma simples reprodutora do que está posto (e daí o porquê da desobediência). Nas próprias palavras de Bazzo,

[...] objetivo apresentar um alerta para a falta de contundência da educação tecnológica e, por extensão, da educação formal como um todo, especialmente relativa às análises das relações CTS e às soluções das graves questões contemporâneas, que vêm comprometendo a sobrevivência da espécie humana e dos demais seres vivos. Estamos passando do limite da passividade e nos tornando quase que coniventes a um processo civilizatório suicida, elitista e, perigosamente, cruel. As variáveis em jogo no tabuleiro complexo das sociedades do norte e do sul do planeta, em algum momento, haverão de se constituir em objetos de trabalho docente, o que ajudará a superar os apassivados sistemas educacionais no mundo inteiro e, ao mesmo tempo, a contribuir para a formação de uma mentalidade que priorize o bem-viver e a equidade social. Considerando o desafio aqui esboçado, alguns autores contemporâneos de diferentes áreas me auxiliarão na defesa dessa ideia, cujo ponto de ruptura exige uma **desobediência** ao equivocado processo civilizatório vigente que, se ignorado no plano educacional, poderá ter consequências nefastas e irreversíveis à humanidade. Em síntese, a partir das reflexões acerca da equação civilizatória, busco evidenciar as variáveis e os elementos fundamentais envolvidos nessa finalidade no intuito de auxiliar projetos e ações capazes de reverter tal cenário. (BAZZO, 2016 b, p. 73, grifo meu)

## Capítulo 4: AS ANÁLISES

*“Lembre-se que o silêncio é algumas vezes a melhor resposta.”*

*(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

### **Análises dos trabalhos filtrados – recortes e articulações**

Como já mencionado anteriormente, as categorias de Mitcham quanto as concepções da tecnologia já estão bem estabelecidas. Neste trabalho, pretende-se ensaiar a possibilidade de outras, que surjam a partir das relações, presentes ou não nos trabalhos, entre tecnologia e ciência, tecnologia e sociedade, tecnologia e educação, tecnologia e sustentabilidade. Relações que, quando quer que apareçam, sejam passíveis de análise.

Como são realizadas as análises? Primeiramente uma leitura rápida do trabalho selecionando as mesmas palavras utilizadas no filtro de pesquisa como tecnologia, educação tecnológica e outras que possam trazer algo a mais sobre como o texto trabalha a tecnologia e a educação tecnológica e seus contextos. Feita essa primeira leitura, utiliza-se a ferramenta de busca textual sobre o conteúdo do trabalho, que está em formato eletrônico, buscando as palavras-chave iniciais e as outras de interesse específico no trabalho. Então, a cada posicionamento apontado pela ferramenta, analisa-se o contexto em que os termos aparecem, buscando pelos significados, as concepções de tecnologia e suas relações com ciência, educação, sociedade (aqui incluso as questões de sustentabilidade).

Ressalta-se que serão realizadas análises de todos os 33 trabalhos e que as categorias serão exemplificadas com alguns dos trechos selecionados dos trabalhos para que o leitor possa identificar os critérios de análise e os conceitos, principalmente sobre tecnologia, presentes nos mesmos.

As análises vão seguir o modelo adotado pela metodologia desta pesquisa, ou seja, procura-se analisar (como proposto por Bakhtin) cada um dos trabalhos do PPGECT selecionados. O que é analisado depende de quatro grandes planos de fundo, chamados aqui de núcleos de análise. Procura-se em cada um dos trabalhos selecionados, exemplos sobre tudo

que foi tratado teoricamente nesta pesquisa. As análises, portanto, vão ser organizadas em quatro grandes núcleos: (1) Tecnologia; (2) Tecnologia e ciência; (3) Tecnologia e sociedade e (4) Tecnologia e educação. E, em cada um desses grandes núcleos, categorias de análise mais específicas.

Em (1) Tecnologia serão feitas análises relacionadas aos conceitos (concepções) de tecnologia apresentados nos trabalhos do PPGECT a partir das categorias elaboradas por Mitcham.

Em (2) Tecnologia e ciência, apresentam-se exemplos referentes a relação, a diferenciação e a interdependência entre ciência e tecnologia. Um ponto de destaque também para a questão da cegueira quanto à educação tecnológica.

Em (3) Tecnologia e sociedade, apresentam-se exemplos sobre os aspectos concernentes às relações entre tecnologia e sociedade, dando ênfase também nas questões relacionadas à sustentabilidade. E como são tratados esses assuntos, se através, por exemplo, da abordagem CTS e/ou o estudo das variáveis da equação civilizatória.

Em (4) Tecnologia e educação, busca-se por exemplos da visão sobre educação em si, sobre modelos de educação em tecnologia e sobre a adoção de uma educação tecnológica mais crítica.

## **TECNOLOGIA**

Neste núcleo de análise, procuram-se os conceitos (concepções) de tecnologia apresentados nos trabalhos do PPGECT a partir das categorias elaboradas por Mitcham.

### **A visão sobre tecnologia**

Caetano (2011) fez análises sobre a concepção de tecnologia que os professores dos cursos superiores de tecnologia (CST) apresentavam. Em sua pesquisa, ele também procura uma concepção mais adequada em sua análise para poder ser comparada àquelas dos professores:

“No capítulo 2, foram resgatadas contribuições de teóricos que discutem a tecnologia como uma atividade resultante de interações sociotécnicas, as quais moldam os artefatos e os sistemas tecnológicos através das negociações de interesses entre humanos e das condicionantes impostas por não-humanos. Tal noção de tecnologia descarta a possibilidade de um desenvolvimento tecnológico autônomo e a existência de tecnologias neutras, guiadas apenas pela eficácia, sem outros valores atribuídos. Apresentaram-se também os ensaios de classificação de concepções sobre tecnologia realizadas por Mitcham (1989) e Feenberg (2010c), ressaltando-se os elementos balizadores da classificação de Feenberg (2010c): autonomia ou não da tecnologia no tocante à ação humana, neutralidade ou não da tecnologia.” (CAETANO, 2011, p.205)

“Como balizadores para a identificação dessas noções sobre tecnologia, utilizaram-se as contribuições de pesquisadores que compreendem a ciência e a tecnologia como atividades sociotécnicas (FEENBERG, 2009d; LATOUR, 1997; PACEY, 1990, PINCH; BIJKER, 2008), nas quais a técnica, o conhecimento científico e o tecnológico estão imbricados em relações sociais construídas entre humanos e, para Latour (2008), entre estes e os não-humanos.” (CAETANO, 2011, p.238)

Para Carvalho Neto (2006), existe uma diferença entre técnica e tecnologia que são importantes para demonstrar sua visão mais específica a respeito de tecnologia:

“Resgata-se na fonte etimológica do termo Tecnologia, sua estrutura primeira. Tanto ‘técnica’, quanto ‘tecnologia’ têm a mesma raiz no verbo *tictēin*, do grego, ‘criar, produzir, conceber, dar à luz’. É preciso ainda notar que o termo Tecnologia incorpora o sufixo *logos*, em sua acepção de razão. Assim, anota-se uma diferença conceitual e estrutural entre técnica e tecnologia. *Techné*, também para os gregos, expressava um significado amplo e carregava o conceito de arte, no sentido que não se reduzia a mero instrumento ou meio.” (CARVALHO NETO, 2006, p.65)

Carvalho Neto (2006) ainda vai considerar tecnologia como busca de soluções enquanto que mídia seria o que outros autores chamam de artefatos tecnológicos:

“Por mídia entendem-se não somente os instrumentos de comunicação de massa, como a televisão, o jornal e o rádio, dentre outros, isto é, meios que veiculam informações, mas também a todo e qualquer meio físico ou virtualizado através do qual haja produção, transporte ou recepção ou, ainda de um modo mais geral, transformação e gestão de informações referentes a formas simbólicas. Esta ampliação do conceito é

fundamental e indispensável para que se possa ampliar e refinar também o olhar crítico sobre as mídias (meio - media, do grego) inseridas na educação, distinguindo-as das tecnologias, ainda que delas sendo partes indissociáveis, quando enlaçadas através de variadas técnicas. [...] Entende-se num sentido agora focado que o conceito de Tecnologia denota o significado de Solução, ou conjunto delas (tecnologias), no sentido da busca de respostas possíveis a um ou mais problemas decorrentes de processos educacionais, sejam quais forem eles, vinculados ao Problema Fundamental da Comunicação, na acepção vista anteriormente.” (CARVALHO NETO, 2006, p.66)

Corrêa (2016) considera a tecnologia como um construto social, carregada de valores. Alinhando-se às ideias de Feenberg, assinala como Teoria Crítica da Tecnologia (TCT):

“A TCT, assim como o instrumentalismo, considera a possibilidade de controle humano da tecnologia. No entanto, ao contrário desse, aquela percebe a tecnologia como carregada de valores e não como neutra. ‘Em teoria crítica a tecnologia não é vista como ferramentas, mas como estruturas para estilos de vida. As escolhas estão abertas para nós e situadas num nível mais alto do que o instrumental’ (FEENBERG, 2003, p.11). [...] A tecnologia carregaria, portanto, os valores resultantes de sua vinculação com o contexto capitalista não sendo um mero instrumento neutro. Os valores e interesses dos sujeitos, no caso as classes dominantes, influenciariam no desenho, nas decisões e nos procedimentos. Desse modo, a tecnologia não constituiria uma entidade autônoma, ‘ela não é um destino, mas sim um cenário de luta’ (FEENBERG, 2002, p. 15).” (CORRÊA, 2016, p.122)

Corrêa (2016) chega a se referir a uma certa ambivalência da tecnologia (citada por Cupani) explicando que essa ambivalência significa que não haveria uma única relação entre avanço tecnológico e distribuição social de poder, pois a tecnologia estaria disponível a desenvolvimentos alternativos:

Com isso, Feenberg (2002, 2012) defende uma posição não determinista, cujas teses básicas seriam que (i) o desenvolvimento tecnológico está sobre determinado, tanto por critérios técnicos quanto sociais de progresso e podem, por conseguinte, bifurcar-se em diversas direções, conforme a hegemonia que prevalecer e que, (ii) enquanto as instituições sociais se adaptam ao desenvolvimento tecnológico, o processo de adaptação é recíproco - a tecnologia muda em resposta às condições em que se encontra tanto quanto ela as influencia. Essa posição demonstra o caráter

ambivalente da tecnologia presente na possibilidade de a tecnologia ser instrumentalizada para diferentes sistemas (CUPANI, 2011).” (CORRÊA, 2016, p.122)

Geremias (2016) fez uma pesquisa sobre os sentidos predominantes de tecnologia presentes nos discursos de grupos de professores, ela traz alguns resultados logo no resumo do seu trabalho:

“Na análise dos gestos de interpretação dos sujeitos da pesquisa, pude observar a materialização de alguns sentidos dominantes de tecnologia: i) ciência aplicada; ii) sinônimo de modernidade e inovação; iii) instrumento ou produto; iv) conhecimento específico; v) socio-técnica. Essas interpretações corroboram a polissemia do termo. Reconhecer esse fenômeno discursivo é assumir que: i) a busca do consenso sobre seu sentido é infrutífera; ii) o diálogo entre diferentes áreas do saber humano: sociologia, filosofia, história, economia, entre outras, é fundamental para se avançar nos debates. Analiso que a tecnologia, como campo de conhecimento, não pode ser dissociada da sociedade, assim concordo com a noção de socio-técnica, pois esta ampliou nossas leituras e com isso, tornou possível pensar em possibilidades de abordar temas sociotecnológicos na formação de professores de ciências e nas escolas.” (GEREMIAS, 2016, p. 9)

Maurici (2017) adota uma perspectiva sociotécnica sobre a tecnologia:

“A concepção de tecnologia que adotamos refere-se a uma perspectiva sociotécnica onde as tecnologias desempenham um papel fundamental nos processos de transformação social (THOMAS, 2011). Isto significa que as tecnologias, assim como a ciência, são sociais e políticas, o que a destitui de qualquer neutralidade que comumente a ela se associa. Desta forma, de acordo com Correa & Linsingen (2015), ciência e tecnologia são atividades intrínsecas à atividade humana onde questões de gênero, classe e cultura estão necessariamente envolvidas.” (MAURICI, 2017, p.48)

Mazurkivevicz (2012), apesar de perceber a polissemia existente no termo tecnologia e

sua influência na sociedade, parece ainda conceber a tecnologia como um artefato ou um sistema de artefatos:

“Mesmo que se tenha percebido as mudanças que as tecnologias operaram na vida das pessoas e na sociedade como um todo, ainda impressiona a forma como professores atuantes em instituições privadas e públicas, tanto do ensino superior quanto ensino médio ministram suas aulas, visto que, por vezes, eles apenas tentam migrar conteúdos do livro texto para a cabeça dos seus alunos, sem que a instituição providencie ou permita a atualização destes profissionais para/no uso das tecnologias digitais, das mudanças curriculares advindas com todo o processo inovador da implantação e implementação das tecnologias para a melhoria da educação. É possível se afirmar que ocorrem algumas mudanças, mas estas não seguem um modelo único nas alterações feitas em grades curriculares de disciplinas que passaram a discutir de forma epistemológica e crítica o uso das tecnologias digitais em sala de aula.[...] Assim, usar tecnologias digitais em sala de aula presencial ou a distância requer, além de tempo, mudanças de hábitos e costumes, mudanças nos currículos escolares a fim de se adquirir novas habilidades ou competências, mas principalmente um estudo epistemológico que sustente as práticas pedagógicas mediadas pelas tecnologias digitais. Pode-se dizer que, a principal mudança que se faz necessária está na mudança do papel do professor, como mediador e facilitador no processo.” (MAZURKIEVICZ, 2012, p. 28)

Para Miquelin (2009), tecnologia é identificada como artefato ou sistema de artefatos:

“Dentro das tecnologias on-line é que podemos encontrar as maiores potencialidades comunicativas, que contribuem para um trabalho em redes colaborativas para a construção de conhecimento. Especificando, podemos citar os ambientes multimídia-telemáticos para a aprendizagem, como, por exemplo, o do projeto How Stuff Work (<http://www.hsw.uol.com.br>), abrangendo uma gama de áreas além da Física, ou a Estação Ciência da USP ([www.eciencia.usp.br](http://www.eciencia.usp.br)), que contém áreas de comunicação, hipertextos e simulações computacionais, entre outros ambientes. [...] Estas

ferramentas da Internet utilizam recursos tecnológicos interativos dos meios tecnológicos comunicativos como: canais para mensagens, salas virtuais para conversação, fóruns, áreas de planejamento, atividade extraclasse e áreas de colaboração. Nenhum exemplo tem a pretensão de ser molde único. Pretendemos, apenas, mostrar um possível campo de ação, tanto na prática em sala de aula, como no monitoramento do processo fora dela.” (MIQUELIN, 2009, p. 29)

Motta (2011) parece reconhecer tecnologia como um artefato ou sistema de artefatos:

“Outras tecnologias como a Internet, câmera de documentos e programas de apresentação podem ser utilizados em consonância com a videoconferência, permitindo ao professor incluir durante a aula demonstrações, softwares, arquivos, planilhas e materiais diversos de suporte a aprendizagem.” (MOTTA, 2011, p.62-63)

Müller (2012) percebe a tecnologia para além do seu aspecto somente técnico, também percebe os aspectos organizacional e cultural:

“Em geral, a tecnologia fica reduzida apenas ao seu aspecto técnico, quando se é possível abranger os outros aspectos de ordem organizacional e cultural, assim, permitir-se-ia compreender como ela é dependente dos sistemas sociopolíticos, dos valores e das ideologias da cultura em que se insere, e como a tecnologia influencia nossas vidas. Para Fourez (1995, p. 28), uma tecnologia não é somente um conjunto de elementos materiais, mas também um sistema social. Certos aparelhos, aliás, podem se tornar absolutamente inúteis nos países em desenvolvimento que não possuem as infraestruturas sociais e culturais que elas implicam. Discutir a validade da tecnologia é fundamental, para evitar tomá-la como algo absoluto, não existe neutralidade nas inovações tecnológicas, e que elas podem ser utilizadas tanto para o bem como para o mal, a favor ou contra a humanidade como já mencionado nessa pesquisa (BAZZO, VON LINSINGER & PEREIRA, 2003).” (MÜLLER, 2012, p. 37-38)

Müller (2012) citando Freire, ainda que considere a tecnologia como uma expressão humana, não deixa evidente que a tecnologia está para além de um artefato ou sistema de artefatos, porque estes, também são frutos da expressão humana:

“Freire (1979, p.84) considera que “a tecnologia deixa de ser percebida como uma das grandes expressões da criatividade humana e passa a ser tomada como uma espécie de nova divindade a que se cultua”. A eficiência deixa de ser identificada com a capacidade que têm os seres humanos de pensar, de imaginar, de arriscar-se na atividade criadora para reduzir-se ao mero cumprimento, preciso e pontual, de ordens hierárquicas. O autor complementa que vista criticamente, a “tecnologia não é senão a expressão natural do processo criador em que os seres humanos se engajam no momento em que forjam o seu primeiro instrumento com que melhor transformam o mundo”. Portanto, fica evidente envolver não somente os aspectos técnicos da tecnologia, especialmente no que diz respeito ao uso da mesma; além da importante questão relacionada à sua aplicabilidade.” (MÜLLER, 2012, p. 39)

Em suas análises, Oliveira (2017) percebe que vários autores consideram tecnologia somente como um artefato ou sistema de artefatos:

“Analisando as diferentes definições de conhecimento tecnológico presentes na literatura sobre o framework TPACK, percebemos que a definição de TK está centrada na definição de tecnologia adotada pelo(s) autor(es). Os autores definem a tecnologia dentro do contexto do conhecimento tecnológico de maneira diferente, apesar de compreenderem as tecnologias apenas como ferramentas (VELASQUEZ, 2009; RUTHVEN, 2013; DRIJVERS et al., 2014). Ao considerar as tecnologias apenas como ferramenta, o conhecimento tecnológico inclui as competências necessárias para operar determinadas tecnologias, o conhecimento de sistemas operacionais e hardware de computador e a capacidade de usar softwares, como processadores de texto, planilhas, navegadores e e-mail, conhecimento de como instalar e remover dispositivos periféricos, instalar e remover programas de software e criar e salvar documentos

(MISHRA, KOEHLER, 2006; VELASQUEZ, 2009; RUTHVEN, 2013; DRIJVERS et al., 2014).” (OLIVEIRA, 2017, p.66)

E Oliveira (2017) continua afirmando que para esses mesmos autores, conhecimento tecnológico é restrito a qualquer conhecimento relacionado à operação, projeto, manutenção de artefatos ou sistemas de artefatos tecnológicos:

“Acompanhando as recomendações de Cox e Graham (2009) e Graham, Borup e Smith (2012) e o conceito de conhecimento tecnológico proposto por Koehler e Mishra (2009) e Koehler, Mishra e Cain (2013), é possível definir o TK como sendo formado por conhecimentos e habilidades sobre determinadas formas de pensar e trabalhar com tecnologias, ferramentas e recursos digitais, compreendendo também a capacidade de se adaptar às mudanças tecnológicas. Além disso, envolve a compreensão das oportunidades de comunicação, processamento de informações e resolução de problemas que se utilizam das tecnologias digitais (SEUFERT et al., 2016) e o interesse em acompanhar o desenvolvimento de novas tecnologias (KOEHLER et al., 2011).” (OLIVEIRA, 2017, p.67)

No entanto, Oliveira (2017) não coaduna com essas ideias pois percebe na tecnologia algo muito mais amplo em sua concepção, estreitamente relacionada com a sociedade:

“Compreendemos que a tecnologia deve ser entendida através de um exercício crítico e de uma contextualização histórica, sendo que a tentativa de isolar a tecnologia do homem retira a razão existencial da tecnologia (PINTO, 2005). Além disso, identificamos na literatura sobre o TPACK uma visão ingênua da tecnologia como ideologia da técnica, na qual termo tecnologia refere-se a um determinado conjunto de técnicas ou artefatos, posicionando outras práticas, produção e trabalho humano, como não técnicos. Nesse sentido, a tecnologia é compreendida no framework TPACK como equipamentos eletrônicos. Compartilhamos da preocupação de Pinto (2005) com a constituição ideológica que se utiliza dessa compreensão restrita de tecnologia para

dominação e criação de dependência, por meio da desvalorização das demais técnicas e também com a compreensão de que vivemos a era tecnológica. [...] Compreendendo que toda tecnologia tem conteúdo ideológico, Pinto (2005) não busca por uma neutralidade, mas desmascarar as ideologias dominantes que impedem o desenvolvimento das nações periféricas, além de dificultar uma apropriação crítica da tecnologia na escola. Na perspectiva da educação, as ideologizações da técnica podem resultar ‘em adaptações passivas e acríticas de projetos tecnológicos, os quais, muitas vezes, em vez de meios, tornam-se fins dentro do referido campo’ (SILVA, 2013, p. 853).” (OLIVEIRA, 2017, p.109)

Rosa (2014) pesquisa sobre as tecnologias digitais de informação e comunicação e os modelos de EaD a nível superior. Nesta pesquisa, a concepção de tecnologia adotada é aquela encontrada em dicionário, sem uma maior discussão a respeito:

“Ressalta-se que o termo ‘tecnologia’, o qual tem sido utilizado com variados sentidos nas diversas áreas de conhecimento, origina-se do grego *tekhne*, que significa técnica, arte, ofício. Já, o sufixo ‘logia’ significa ‘estudo’. Nele, se inclui um conjunto de técnicas, métodos, processos, meios e instrumentos dos diversos domínios das atividades humanas. São exemplos de tecnologias educacionais inseridas no conceito inicial desse termo: o quadro escolar, o livro impresso, o giz, entre outros (CASTELL, 2003). Não obstante, a evolução científica e tecnológica conduziu a outros tipos de tecnologia, com destaque para as digitais, as quais diferem dos exemplos supracitados por se constituírem de uma lógica binária, segundo a qual as informações são armazenadas a partir de dois valores lógicos (0 e 1). São exemplos de tecnologia digital: a lousa digital, o computador pessoal, o tablet, o telefone celular, o laptop educacional.” (ROSA, 2014, p.40)

Silva (2013) em sua pesquisa menciona tecnologia como artefatos ou sistemas de artefatos:

“A participação do estudante cego efetivamente nas aulas de Ciências pode ser favorecida com a utilização de tecnologias que possibilitam que faça suas tarefas juntamente com os demais alunos ampliando assim a participação nos grupos com certa igualdade de oportunidade. Assim parece ser o acesso a novas tecnologias da informação e comunicação um fator relevante, mas não indispensável, pois os professores oportunizam ao estudante cego diferentes materiais disponíveis no ambiente escolar. Não fica evidente que em tais tecnologias estão presentes, por exemplo, provedores de voz. O professor parece perceber a importância dos estudantes caminharem juntos para executarem suas tarefas. Pode-se destacar também a utilização conjunta de máquina Perkins e computador oferecendo assim duas possibilidades para o estudante cego, o que possivelmente lhe daria maior autonomia para execução das tarefas propostas.” (SILVA, 2013, p.116-117)

“O ensino de Ciências da Natureza não se resume a experimentos em laboratório, nem ao uso de tecnologias de ponta. Este ensino pode valorizar o dia a dia escolar nas trocas estabelecidas em que um caminha junto com o outro. Assim, tecnologias podem ser consideradas como facilitadoras do desenvolvimento dos estudantes com cegueira, mas não obrigatoriamente promovem a aprendizagem reforçando as ideias de Vygotsky (1997) que basicamente defende a não segregação das pessoas com limitações sensoriais e oferece as interações sociais heterogêneas como uma condição essencial ao ser humano. Independente de limitações a ‘inserção no grupo’ parece ser a grande contribuição do referido autor para a educação inclusiva, possibilitando ao professor criar estratégias plausíveis de sucesso considerando as possibilidades e as reestruturações que o indivíduo se propôs.” (SILVA, 2013, p.121)

Para Souto (2013) tecnologia é um artefato ou um sistema de artefatos:

“As inovações tecnológicas e a disseminação do acesso às tecnologias causaram diversas transformações no mundo contemporâneo. Essas transformações foram impulsionadas principalmente a partir dos computadores e da *internet*, que possibilitaram uma revolução baseada nas Tecnologias de Informação e Comunicação

- TIC. Em especial, devido à difusão, estas novas mídias digitais, passam a serem identificadas como Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação – TDIC (ALMEIDA, 2010). [...] Mais do que falar do desenvolvimento de uma nova ferramenta tecnológica, trata-se de uma inovação que alterou as formas de pensar, sentir e agir da sociedade. Elas permearam o cotidiano e estão contribuindo para a formação de uma nova cultura, uma Cultura Digital. (PRETTO; ASSIS, 2008).” (SOUTO, 2013, p. 28-29)

Ainda que adiante, na sua pesquisa, Souto (2013) cite outro autor que se referenciava a uma racionalidade tecnológica, ele não identifica tecnologia como uma forma de racionalidade:

“Para Pretto e Assis (2008), a cultura digital é um espaço de vivência de novas formas de relações sociais, já que ela indica um processo crescente de reorganização de todas as esferas da ação humana mediadas pelas tecnologias digitais. Neste sentido, para Martín-Barbero (2002), trata-se do início de uma nova configuração cultural, com a articulação das identidades a partir de uma racionalidade tecnológica, que se constituiu no motor de um projeto de nova sociedade.” (SOUTO, 2013, p.29)

Teixeira (2014) deixa a entender em seu trabalho que tecnologia é um artefato ou um sistema de artefatos:

“Os avanços tecnológicos têm proporcionado nos últimos tempos produzir e disseminar informações rapidamente. Cada vez mais nos apropriamos dos modernos artefatos tecnológicos disponíveis no mercado, e com eles estamos interagindo e comunicando de forma mais dinâmica. As tecnologias antes relacionadas ao quadro-negro e ao giz ampliam-se e hoje podemos encontrar diferentes dispositivos, como o computador e a internet, utilizados nas diferentes esferas sociais. O progresso técnico, o aumento desenfreado da produtividade humana, as novas formas de comunicação realizadas mais rapidamente levam o campo da educação a enfrentar novos desafios decorrentes da necessidade e do desejo de integrar as tecnologias às práticas

educativas (ALMEIDA, 2010; BELLONI, 2005; PRETTO, 2003).”  
(TEIXEIRA, 2014, p. 21)

Teixeira (2014) deixa bem clara a sua concepção de tecnologia em outra parte do seu trabalho:

“[...] É importante ressaltar que, quando falo em “ferramentas”, “artefatos tecnológicos” e “mídias”, utilizo esses termos como sinônimos para representar as tecnologias mais utilizadas atualmente, ou seja, que fazem parte de nossas vidas na contemporaneidade, como computadores, celulares, Blu-ray, câmera fotográfica etc. (BELLONI, 2010). Quando me refiro aos “recursos tecnológicos”, resalto os programas de vídeos, blogs e outras redes sociais, aplicativos móveis, simuladores, jogos de computador etc.” (TEIXEIRA, 2014, p.28)

## **A tecnologia como volição humana**

Bocheco (2011) traz reflexões a respeito da tecnologia como um aspecto da volição humana e o que isso implica na educação tecnológica:

“[...] Trata-se da busca por uma concepção do que vem a ser a tecnologia, ou seja, incutir no processo educacional discussões a respeito da sua natureza. Alfabetizar os estudantes de modo a levá-los a refletir sobre a tecnologia como uma simbiose entre a técnica e o conhecimento científico, um conjunto de atividades humanas associados a um sistema de símbolos e instrumentos que visa a construção de artefatos segundo planejamento, operação, ajuste, manutenção e conhecimento sistematizado (VARGAS, 1994; BUNGE, 1985). [...]” (BOCHECO, 2011, p. 123)

Carvalho Neto (2006) deixa clara sua concepção de tecnologia como volição humana:

Neste ponto resgata-se uma fala de Lion (1997), “Quando a tecnologia for entendida também como criação e potencialidade, num contexto educacional que faz parte do tecido social, haveremos retornado à ideia mais completa deste conceito. Pelo menos desde o discurso”. É nesse âmbito, trazido por Lion, que aqui se pauta: Tecnologia como arte, criação e potencialidade, resgatando a maior amplitude e natureza desse conceito. Mas, tal preocupação e cuidado não derivam apenas e unicamente da busca de uma terminologia mais precisa: é necessário se ter em conta que as diferenças fundamentais entre mídia, técnica e tecnologia. Uma vez mais bem compreendidas, pode significar ao docente, e gestor, ao especialista, a possibilidade de uma autoria pedagógica mais rica e consistente, e em sintonia com suas demandas educacionais. (CARVALHO NETO, 2006, p. 147-148)

## **TECNOLOGIA E CIÊNCIA**

Neste núcleo de análise procurou-se por exemplos referentes a relação, a diferenciação e a interdependência entre ciência e tecnologia. Um ponto de destaque também para a questão da cegueira quanto à educação tecnológica.

### **Diferenciando ciência e tecnologia**

Bocheco (2011) já deixa claro no resumo do seu trabalho que diferencia ciência e tecnologia, que esta não é ciência aplicada. Também trata das implicações sociais decorrentes destas:

“[...] a presente pesquisa pretende apontar parâmetros que devam ser abordados em eventos ou temas utilizados no Enfoque CTS de forma a garantir a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações sociais, bem como considerar uma concepção de Tecnologia longe de caracterizá-la como simples aplicação do conhecimento científico.[...]” (BOCHECO, 2011, p.11)

Franke (2014) pesquisou a respeito da visão dos estudantes do ensino médio sobre ciência e tecnologia e percebeu as dificuldades que eles tinham em conceituar cada uma delas:

“Quando realizaram uma pesquisa sobre ciência e tecnologia com estudantes do Ensino Médio, em São Paulo, Cunha e Giordan (2012) perceberam que os estudantes relacionam a ciência à escola e a tecnologia à mídia e ao convívio social, aos meios de comunicação, aos computadores, ao avanço e ao conforto. [...] Ao falar sobre tecnologia, os estudantes salientam aspectos práticos, como as descobertas, a internet e mostram-se impressionados com o fato de coisas tão pequenas funcionarem e carregarem tantas informações. Percebem a tecnologia como algo que integra e melhora a qualidade de vida e têm dificuldades de conceituá-la. Para os pesquisadores, os resultados da pesquisa refletem que as percepções de Ciência e Tecnologia têm um significado muito bem localizado no tempo e contexto sociocultural (CUNHA; GIORDAN, 2012).” (FRANKE, 2014, p.31)

Geremias (2016) destaca a importância de se diferenciar ciência e tecnologia, e tirar esta da sombra da ciência, pois tecnologia não pode ser tratada como ciência aplicada:

“Há quase três décadas Scriven (1987) e Layton (1988) já realizavam críticas ao tratamento da tecnologia como ciência aplicada, pois essa compreensão estava gerando uma subjugação do T ao C na Educação CTS. Conforme Layton (Ibidem) é preciso revalorizar a tecnologia nas abordagens CTS, reconhecendo-a como um campo específico de conhecimento, não subordinado ao C. Na sua aceção, a tecnologia é um componente fundamental para a formação geral dos estudantes, sendo impossível dissociá-la dos valores contextuais (sociais) que acompanham os seus temas. Por essas razões, além de pensar a tecnologia como um campo de conhecimento, é importante a situar como um tema transdisciplinar e transversal, pois ela está presente em todas as práticas sociais.” (GEREMIAS, 2016, p. 52)

Geremias (2016) segue enfatizando o reconhecimento da tecnologia como um campo de conhecimento próprio:

“[...] Layton (Ibidem) chamou a atenção para um crescimento de pesquisas sobre a natureza da tecnologia e, da sua relação com a ciência, que indicam um

reconhecimento do campo de conhecimento tecnológico já nos anos finais da década de 1960. Como exemplos: A Society for the History of Technology, fundada em 1958 nos EUA; a Revista Technology and Culture (1960); o livro sobre Filosofia da Tecnologia de Carl Mitcham e Robert Mackey (1973); a série annual Research in Philosophy and Technology, editada por Paul T. Durbin (1978), entre outros.” (GEREMIAS, 2016, p. 53)

Geremias (2016) ainda chama a atenção para a não existência de uma relação hierárquica entre ciência e tecnologia:

Conforme Layton, os estudos de Callon (1980) e Hughes (1983) foram importantes para demonstrar a ingenuidade de se continuar interpretando a relação entre ciência e tecnologia como um modelo de dependência hierárquica: T dependente/subserviente a C pura e, para exemplificar a relação interativa e complexa entre as duas atividades. Do mesmo modo, a leitura dessas relações, como uma dinâmica complexa, permitiu deslocar as compreensões de que as realizações exitosas eram ‘triumfos da ciência’ e as falhas ‘desastres da tecnologia’. (GEREMIAS, 2016, p. 53)

Miquelin (2009) expressa, em vários trechos uma noção da tecnologia como subproduto da ciência:

“[...] Este aspecto coloca os professores diante de um dilema: ou ministram aulas utilizando a tecnologia no intuito de estimular os alunos ao estudo de questões da ciência, ou mediam questões da ciência para demonstrar aos alunos como é possível desenvolver tecnologia. Se o professor opta pelo primeiro caso, ele pode estimular ao uso irrefletido de tecnologia, pois já está imerso nela, assim se torna pertinente lançar mão de uma analogia, usar a água para lavar a própria água. Por outro lado, se ele opta em não usar a tecnologia, mas tenta entender seu desenvolvimento a partir da ciência, como única forma de gerar uma consciência crítica no usuário de tecnologias – então, sua aula corre o risco de perder o apelo de recursos multicoloridos e torna-se desinteressante para os alunos. Parece que a sala de aula é o lugar propício para se refletir acerca do alcance e das consequências do uso de novas tecnologias, e não o espaço para promover o uso irrefletido deste instrumento.” (MIQUELIN, 2009, p.40)

Müller (2012) defende uma indissociabilidade entre ciência e tecnologia:

“Assim sendo, 'o processo científico é indissociável do tecnológico. Ao falarmos de ciência, nos referimos indiretamente à tecnologia, e vice-versa' (FREIRE, 2007, p. 37). É notória essa relação indissociável entre C&T, a qual pode-se passar despercebida, talvez devido à dependência diária da tecnologia, ela passa a ser mais evidente em nossas vidas como produto de lazer e entretenimento, do que a própria ciência, cuja importância deve ser destacada na sociedade pela sua contribuição propriamente dita. Nesse sentido o papel da escola é formar essa compreensão, disseminá-la e torná-la habitual na sociedade através dos docentes e discentes.” (MÜLLER, 2012, p. 43)

### **A cegueira sobre tecnologia**

Bocheco (2011) deixa claro que existem diferenças entre ciência e tecnologia. Também se refere o emudecimento do “T” na sigla CTS (a cegueira quanto à educação tecnológica) destacando as consequências disso para a educação tecnológica, criticando a forma como está sendo realizada a abordagem CTS:

“Todavia, uma análise dessas propostas deixa evidente um certo desequilíbrio em relação aos componentes da sigla. A organização didático-pedagógica concentra-se sobre o puro desenvolvimento de conceitos científicos ou debates de controvérsias socio-científicas, que por consequência acaba omitindo ou ‘emudecendo’ o T de Tecnologia. Esta omissão pode proporcionar três problemas educacionais: 1) comprometer a alfabetização tecnológica, um dos objetivos educacionais do enfoque CTS; 2) causar a impressão de que a ciência e a tecnologia possuem os mesmos questionamentos; e 3) reduzir a tecnologia ao status de ciência aplicada (LAYTON, 1988).”(BOCHECO, 2011, p.24)

Geremias (2016) deixa claro em sua pesquisa sua preocupação quanto ao silenciamento do “T” nos termos ECT e CTS, que, ainda que exista hoje vários incentivos para a educação tecnológica, esta parece silenciada ou escondida por algum motivo:

“A segunda, em contradição ao que vem sendo proposto nos currículos, diz respeito ao silenciamento em torno da tecnologia na ECT, inclusive nas práticas de Educação CTS desenvolvidas no interior dessa área (LINSINGEN; CASSIANI, 2010; LINSINGEN, 2007; FERNANDEZ ET AL., 2003; ACEVEDO; VAZQUES, 2003). Quanto ao silenciamento em torno do T no acrônimo CTS, uma das possíveis explicações teria relação com o fato da Educação CTS ter sido introduzida mais amplamente na área de ensino de ciências, na qual o foco era atribuído à relação Ciência-Sociedade, silenciando a tecnologia nesse processo (NIEZWIDA, 2012; LINSINGEN; CASSIANI, 2010; LINSINGEN, 2007).[...] A terceira tem a ver com as diferentes interpretações sobre tecnologia identificadas nas pesquisas acadêmicas, tais como a de ciência aplicada, artefatos da informática ou qualquer outro artefato (CAETANO, 2012; ANTONIOLI, 2012; MARTINS, 2003; FERNÁNDEZ et al., 2003). [...] Mesmo que na perspectiva dos Estudos CTS, em que se insere a Educação CTS no Brasil, as relações entre ciência, tecnologia e sociedade sejam consideradas interdependentes, o silêncio em torno das especificidades do T neste acrônimo ou o tratamento instrumental e aplicacionista dado a este campo, tem **contribuído para** a produção de sentidos de tecnologia como atividade neutra, autônoma e determinante da sociedade.” (GEREMIAS, 2016, p.26)

## **TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Neste núcleo de análise apresentam-se exemplos sobre os aspectos concernentes às relações entre tecnologia e sociedade, dando ênfase também nas questões relacionadas à sustentabilidade. E como são tratados esses assuntos, se através, por exemplo, da abordagem CTS e/ou o estudo das variáveis da equação civilizatória.

### **Tecnologia e sociedade**

Adotando um posicionamento alinhado às ideias de Vygotsky, para Carvalho Neto (2006), sociedade e tecnologia são inseparáveis:

“A relação íntima e praticamente inseparável entre Cultura e Tecnologia também se revela na obra de Vygotsky, para quem ‘as tecnologias da comunicação são como utensílios com os quais o homem constrói realmente a representação, que mais tarde será incorporada mentalmente, se interiorizará. Deste modo, nossos sistemas de pensamento seriam fruto da interiorização de processos de mediação desenvolvidos por e em nossa cultura.’” (LION, 1998 apud CARVALHO NETO, 2006, p.71, grifo meu).

“O foco está posto no sistema social. As produções tecnológicas sempre incluem significado e sentido cognitivos. Os humanos usam signos, instrumentos culturais e artefatos para mediar suas interações entre eles mesmos e com seu meio ambiente. A essência da conduta humana reside em seu caráter mediatizado por ferramentas e signos. Entender que a tecnologia é um produto sócio-cultural e que serve, além disso, como ferramenta física e simbólica para vincular-se e compreender o mundo que nos rodeia é uma derivação importante do pensamento de Vygotsky”. (LION, 1997 apud CARVALHO NETO, 2006, p.71, grifo meu).

Franco-Avellaneda (2013) apoiado pelos Estudos Sociais da Tecnologia (CTS) afirma que tecnologia é uma construção social e vai além, afirmando que tecnologia é sociedade:

“A principal contribuição para se pensar a tecnologia e, por conseguinte, os aparelhos, foi feita pelos Estudos Sociais da Tecnologia quando propuseram que a tecnologia é uma construção social, pois no processo de produção e circulação da mesma estão presentes, além dos conhecimentos científico-tecnológicos, aspectos políticos, econômicos, sociais, entre outros, que configuram ‘um tecido sem costura’ (seamless web) (HUGHES, 1986). Isto é, a tecnologia é sociedade. Nessa ordem de ideias, a principal crítica que se faz à noção dominante de tecnologia que faz distinções a priori entre ‘o tecnológico’ e ‘o social’ problematiza a tensão determinista (determinismo tecnológico versus determinismo social) (THOMAS, 2008). O primeiro atribui à tecnologia uma autonomia ou exterioridade social que ela não possui. E o segundo assume que o tecnológico seria afetado unicamente por causa dos desejos e/ou necessidades da sociedade.” (FRANCO-AVELLANEDA, 2013, p. 74, grifo meu)

Para Franke (2014) tecnologia e sociedade vivem uma relação condizente com o materialismo dialético de Marx em que as tecnologias caracterizam épocas do desenvolvimento social:

“A tecnologia e seu uso são uma forma de caracterizar diferentes grupos sociais. Para Marx, ‘a tecnologia revela o modo de proceder do homem com a natureza, o processo imediato de produção de sua vida social e as concepções mentais que dela decorrem’ (MARX, 2011, p.428). [...] Em estreita relação com a evolução social do homem, as tecnologias caracterizam diferentes épocas da humanidade. De acordo com Kenski, ‘as idades da pedra, do ferro, e do ouro, por exemplo, correspondem ao momento histórico-social em que foram criadas novas tecnologias para o aproveitamento desses recursos da natureza de forma a garantir melhor qualidade de vida’ (KENSKI, 2011, p. 21; 2012, p. 20). [...] Depois de um período de adaptação, as tecnologias são integradas ao cotidiano e, de tão presentes, deixam de ser vistas como coisas não naturais. Tornam-se invisíveis (lápiz, por exemplo). Dessa forma, tecnologias que propiciam atividades cotidianas comuns deixam de ser vistas como tecnologias. [...] a evolução tecnológica caracteriza-se pelos novos usos de equipamentos e produtos e pela alteração de comportamento dos indivíduos. A disseminação do uso de determinada tecnologia impõe-se à cultura e transforma o comportamento dos indivíduos repercutindo na sociedade. De fato, cada época da humanidade tem suas técnicas próprias, que se afirmam como produto e também como fator de mudança da sociedade na qual estão implantadas. Os utensílios de pedra, o domínio do fogo e a linguagem constituem as tecnologias fundamentais indissociavelmente ligadas ao desenvolvimento da espécie humana.” (FRANKE, 2014, p.30)

Geremias (2016) afirma se aproximar com as ideias da TCT (teoria crítica da tecnologia) de Feenberg, defendendo uma postura nem tecnófila nem tecnófoba, mas uma postura em que vários caminhos são possíveis e que devemos trabalhar por um maior controle social:

“A TCT, conforme o autor, compreende que é possível transformar a sociedade tecnológica em um lugar melhor para se viver. Ela não faz vistas cegas às consequências negativas do desenvolvimento tecnológico, mas acredita ser possível ver ‘na tecnologia uma promessa para aumentar a liberdade’. Para tanto, é necessário

criar instituições que exerçam o controle humano sobre a tecnologia, o que significaria instaurar processos democráticos desde os seus projetos ao seu desenvolvimento e circulação. [...] Concordo com esse filósofo quando ele chama a atenção para a necessidade de mudanças nos valores da tecnologia, o que não implica uma total negação a ela, mas uma maior inclusão das pessoas nos processos de decisão e produção tecnológica.” (GEREMIAS, 2016, p. 80-81)

Jacinski (2012) adota uma perspectiva chamada sociotécnica para lidar com a relação entre tecnologia e sociedade:

“Para enfrentar a tensão determinista, buscou-se a construção de um novo aparato analítico-conceitual que buscasse se despojar de a priori deterministas e contribuir para uma abordagem não dicotômica e, por outro lado, bem mais complexa e heterogênea das relações entre tecnologia e sociedade: o sociotécnico ou a sociotecnologia. Tratava-se de entender que o tecnológico é social o tempo todo e o social é também tecnológico: um tecido sem costuras (seamlessweb). Ou seja, não se trata tão somente de influências sociais externas da tecnologia na sociedade, ou vice-versa: ‘Lo técnico es socialmente construido y lo social es tecnologicamente construido. Todos los ensambles estables son estructurados al mismo tiempo tanto por lo técnico como por lo social’ (BIJKER, 1995 apud THOMAS; FRESSOLI; LALOUF, 2008, p. 67). Na prática, portanto, as tradicionais classificações hierárquicas ou dicotômicas entre conteúdos técnicos e sociais deixam de fazer sentido: elas são analisadas como socioteticamente construídas. Em outros termos, os conteúdos técnicos, como, por exemplo, as noções de design, qualidade, funcionamento, etc. são considerados objetos de análise da sociologia da tecnologia.” (JACINSKI, 2012, p. 73)

Maurici (2017) defende uma visão sociotécnica para transcender o determinismo tecnológico:

“De acordo com o panorama descrito, se faz necessário problematizar a relação entre tecnologia e sociedade no que concerne à discussão sobre a superação do determinismo tecnológico para a promoção de dinâmicas de desenvolvimento inclusivas e sustentáveis. Para que este objetivo seja alcançado entendemos que a ECT deve promover uma formação sociotécnica que incorpore as dimensões sociais, políticas e

econômicas da atividade científica e tecnológica e alinhada a uma perspectiva de transformação social. [...] O determinismo tecnológico constitui uma das barreiras para a concepção de processos educacionais críticos em relação a questões sócio-tecnocientíficas (CORRÊA, GEREMIAS, 2013). Uma visão bastante comum em relação à tecnologia é de que seu desenvolvimento é estreitamente dependente do conhecimento científico, o que reflete uma visão neutra e objetiva da C&T. Porém, deve se considerar que a tecnologia engloba uma pluralidade de conhecimentos com distintos graus de incorporação de acordo com a configuração da tecnologia.” (MAURICI, 2017, p. 47)

Para Mazurkiewicz (2012):

As tecnologias inovam as relações sociais, garantem novas possibilidades de bem-estar; de acordo com Kenski (2007, p. 22) elas “[...] alteram as qualificações profissionais e a maneira como as pessoas vivem cotidianamente, trabalham, informam-se e se comunicam com outras pessoas e com todo o mundo”. (MAZURKIEWICZ, 2012, p.18)

Miquelin (2009) também observa as mudanças da sociedade relativas à tecnologia:

“Vivemos em uma época em que a tecnologia inunda o cotidiano de um número cada vez maior de pessoas. Aliados ao sistema econômico, os avanços tecnológicos produzem um efeito poderoso em todos os aspectos da vida humana. As relações sociais, psicológicas e afetivas são comprometidas radicalmente devido a este contato entre as pessoas e os artefatos produzidos pelos avanços das técnicas. Assim, a cultura de um povo, hoje, pode ser determinada por fatores intrínsecos ao mercado e extrínsecos àquilo que historicamente se associava a ela.” (MIQUELIN, 2009, p. 35)

Roso (2017) após fazer uma extensa análise sobre as perspectivas CTS, se coloca alinhado à vertente PLACTS (Pensamento Latino Americano em CTS), citando a contribuição de Auler e Delizoicov:

“Determinados conhecimentos, mesmo que cientificamente válidos, podem ser disfuncionais à solução de problemas de contextos diferentes de sua gênese. Dentre as possibilidades propostas por Delizoicov e Auler (2011), de forma semelhante ao PLACTS, está a identificação e problematização de demandas locais, de contradições sociais, que podem vir a contribuir com a configuração de novas agendas de pesquisa e desenvolvimento em CT, que poderia ser incorporada por segmentos da universidade. Em outras palavras, há indicativos de que é possível, caso assumamos enquanto objetivo de nossa sociedade, traçar um caminho alternativo quanto ao desenvolvimento de CT que não necessariamente siga interesses de outros contextos, mas que sejam as demandas/necessidades locais/regionais componentes da diretriz que demanda a formulação da agenda de trabalho relativa à CT, em que a pesquisa por alternativas ainda não vislumbradas assume central importância.” (ROSO, 2017, p.52-53)

Logo em seguida, Roso (2017) vai especificar ainda mais sua linha de pensamento, falando sobre a conjugação do pensamento de Paulo Freire com PLACTS:

“Em termos de referenciais adotados na pesquisa, além dos já sinalizados, sobretudo elementos do PLACTS, emerge a contribuição do educador Paulo Freire. Em Freire (2005, 2006 e 2008), frente a concepção democrática que perpassa sua obra, é constante sua defesa de que a população supere a cultura de silêncio, tendo como horizonte uma cultura participativa, algo semelhante às posições de Varsavsky e Herrera, anteriormente referenciados. Freire (1979) defende o compromisso dos técnicos com o conhecimento da realidade em que a sociedade está inserida e sua

disposição a ser um dos agentes da reformação da mesma. Para Freire, é a práxis do técnico que possibilita a identificação de obstáculos para serem transpostos junto à comunidade. O autor destaca que recorrer apenas a técnicas e especialidades ‘salvadora’ revelaria um sujeito alienado da realidade, um crente possuidor da salvação e verdade.” (ROSO, 2017, p.53-54)

Roso (2017) também cita a contribuição das tecnologias sociais (TS) para a abordagem CTS:

“A tecnologia social (TS) é uma modalidade de tecnologia em contraponto à convencional (TC), esta marcada por características como poupadora de mão de obra, gerida por máquinas, ambientalmente insustentáveis, segmentada, alienante, hierarquizada, monopolizada, dentre outras. Algumas características tidas como desejáveis à TS seriam a adaptação a pequenos empreendimentos, liberar o potencial físico e financeiro do produtor, assim como sua criatividade, não discriminatória (relação patrão X empregado), passível de ser viabilizada por empreendimento autogestionários, orientada ao mercado interno, etc.” (ROSO, 2017, p.57)

Schiller (2011) em sua pesquisa se refere muitas vezes em como tecnologia e sociedade estão atreladas:

“As tecnologias de comunicação e informação (TIC) estão cada vez mais presentes na sociedade. A cada dia, com mais rapidez, aparecem novos recursos tecnológicos que possibilitam a comunicação entre pessoas nas mais diversas partes do mundo. Tais transformações têm modificado as estruturas que orientam os modos de vida e, principalmente, a relação das pessoas com o mundo e com outras pessoas. A nova relação entre tecnologia e sociedade, segundo Castells (1999), pode ser entendida como uma revolução, que, além de trazer novos instrumentos, altera as relações sociais. Em sua visão, não devemos falar em determinismo tecnológico, pois a

tecnologia não determina a sociedade, nem somente é a sociedade que descreve o curso da tecnologia. Tecnologia e sociedade estão atreladas. Para ele, ‘a tecnologia é a sociedade, e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas’ (CASTELLS, 1999, p. 43, grifo do autor).” (SCHILLER, 2011, p.27)

Falando sobre tecnologia e sociedade, Souto (2013) aponta que:

“Entretanto, para Kellner (2001) e Martín-Barbero (2002) em meio a esse deslumbramento e fascínio por este ‘motor de projeto de nova sociedade’, a cultura contemporânea dominada pelos recursos tecnológicos pode estar contribuindo para uma pedagogia cultural, apenas com formas mais sofisticadas de centralização e de controle social. Ou seja, à beira de um deslumbramento irresistível, nos ensinam também como devemos pensar e sentir, acreditar, temer e desejar, embora mais brando.” (SOUTO, 2013, p.29)

Neste trecho do trabalho de Souto (2013), entende-se a tecnologia como sendo um artefato ou rede de artefatos, é considerada o motor da cultura contemporânea, exercendo uma centralização e um “controle sobre a sociedade” (ou controle da sociedade). O termo “controle social” no texto de Souto (2013) foi utilizado de forma incorreta. O verdadeiro sentido na literatura das ciências humanas para “controle social” é o controle que a sociedade pode exercer sobre o estado.

Teixeira (2014) se posiciona criticamente à tecnologia quando se fala na relação desta com a sociedade:

“A concepção que ampara esta pesquisa é a crítica, que reconhece a tecnologia como um processo carregado de valores que pode gerar consequências positivas e negativas, dependendo dos indivíduos e dos contextos de apropriação. Os principais autores que orientam essa visão em relação à integração das TDIC na educação são Feenberg

(2003), Barreto (2003), Belloni (2005), Pretto (2003) e Almeida (2010).” (TEIXEIRA, 2014, p. 30)

## **Tecnologia e poder**

Fronza (2016) traz reflexões pertinentes à relação entre tecnologia e poder, a desumanização e o risco à sobrevivência da própria sociedade humana:

“Historicamente, o uso da técnica e das tecnologias não se deu para todos e nem somente com o intuito de facilitar a todas as pessoas o aproveitamento do mundo da liberdade, da criação da arte e do conhecimento. Torna-se perceptível ‘a captação da técnica como um poder [que] abre um mundo decisivo de experiências antropológicas’, que coloca a técnica contra o próprio homem, ‘um poder que nos esmaga e desumaniza, que põe, inclusive, em risco a sobrevivência física da humanidade, de uma grande parte da vida sobre o planeta’ (PÁRIS, 2002, p. 151-157). [...] Além disso, a desumanização decorrente do poderio tecnológico é um risco eminente (BAZZO, 2014; BUARQUE, 2001; GIDDENS, 2011; BOFF, 2012; RIFKIN, 2012) desencadeado pelas sérias mudanças em nível econômico, político e social.” (FRONZA, 2016, p.139)

## **Ciência, tecnologia, sociedade e o processo civilizatório**

Boheco (2011) fornece uma tabela (Tabela 6: Nove aspectos do enfoque CTS, p.42) procurando esclarecer sobre: natureza da ciência; natureza da tecnologia; natureza da sociedade; efeito da ciência sobre a tecnologia; efeitos da tecnologia sobre a sociedade; efeito da sociedade sobre a ciência; efeito da ciência sobre a sociedade; efeito da sociedade sobre a tecnologia; efeito da tecnologia sobre a ciência.

Tabela 6: Nove aspectos do enfoque CTS

Aspectos do Enfoque CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da Ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas
5. Efeitos da Tecnologia sobre a Sociedade	5. 6. A Tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	7. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	8. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	9. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em conseqüência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	10. A disponibilidade de recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: (Mckavanagh & Maher (1982 *apud* SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 65).

(fonte: BOCHECO, 2011, p. 42)

Fronza (2016) destaca a importância em se estudar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e o processo civilizatório na formação dos estudantes e dos professores:

“É importante que seja entendida a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e o processo civilizatório, pois assim ficamos menos suscetíveis ao poder hegemônico que determina o sistema social. Cada vez mais se torna fundamental que haja um entrelaçamento destas questões para articular impasses epistemológicos que relacionam o desenvolvimento humano à educação tecnológica, que é também

responsável pela formação de profissionais que se ocupam com a produção de artefatos tecnológicos (BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014).” (FRONZA, 2016, p.168)

Müller (2012) destaca a necessidade do reconhecimento de várias benesses e problemas advindos das mudanças causadas pela ciência e tecnologia em nossa sociedade:

“A Ciência e a tecnologia com suas mudanças significativas para a sociedade contribuíram para o desenvolvimento das grandes cidades, de variados polos industriais e tecnológicos e proporcionaram certa comodidade para a vida humana. Mas em contrapartida a esse desenvolvimento, o consumo e a produção de bens geraram no imaginário das pessoas uma série de ilusões das transformações e do ‘progresso’ decorrentes da ciência e da tecnologia. [...] O consumo e a produção de bens são apenas mais alguns dos fatores nesse contexto. O processo de globalização, de certa forma, coopera para a uniformização dos gostos e dos valores, entusiasmando a sociedade a consumir. Os adolescentes tornam-se alvo fácil dessa padronização [...] O que é necessário que se torne evidente, especialmente aos nossos estudantes do ensino fundamental, é que não há parcialidade na ciência, ou no desenvolvimento da tecnologia. Toda escolha é também uma decisão política, que modifica e transforma – constantemente – nossa sociedade. [...] Coexistimos em um mundo de contradições, onde a ciência e a tecnologia nos fornecem conhecimentos e ferramentas para o progresso, porém esse ‘progresso’ traz consequências.” (MÜLLER, 2012, p.43-47)

Pinheiro (2005) descreve as origens e dos estudos CTS na Europa e nas américas e suas características. Ao final coloca sua posição quanto aos estudos CTS:

“Contudo, podemos dizer que as duas tradições buscam um mesmo objetivo, que é o de ultrapassar a visão positivista, herdada e tradicional do que seja ciência e tecnologia, objetivando cada vez mais compreender as relações existentes entre elas e a sociedade, trazendo uma nova concepção do que seja a relação entre ciência-tecnologia-sociedade. Ambas as tradições, visam ao caráter social da ciência e da tecnologia, procurando ultrapassar a ciência como conhecimento autônomo e a tecnologia como

aplicação direta da primeira. É possível verificar também, preocupações com a necessidade de mudança cultural, de postura frente ao universo científico-tecnológico. É importante motivar a população, para que as pessoas não só conheçam seus deveres, mas também seus direitos, percebendo a ciência e a tecnologia de forma mais crítica, mais questionadora. Destaca-se nas duas tradições, a necessidade de se promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, para que a democracia esteja sempre presente na solução dos problemas.” (PINHEIRO, 2005, p.38)

## **Tecnologia e sustentabilidade**

Bocheco (2011) traz reflexões sobre educação tecnológica mais crítica, sobre o processo civilizatório e sustentabilidade:

“[...] somente o entendimento de como funcionam equipamentos tecnológicos não é suficiente e pode favorecer uma educação tecnológica alienante, permitindo a manutenção do processo de dominação do homem pelos ideais de lucro a qualquer preço e não contribuindo para a busca de um desenvolvimento sustentável (SANTOS; MORTIMER, 2000). Além do que, reduziria a tecnologia apenas ao seu aspecto técnico (PACEY, 1990). [...] Cabe à escola proporcionar aos estudantes a compreensão tanto do funcionamento de aparatos tecnológicos quanto das suas implicações sociais, de modo a desenvolver-lhes uma autonomia nas negociações com produtos científico-tecnológicos que fazem parte da tecno-natureza com a qual convivem diariamente. Assim seria proporcionada uma formação estudantil capaz de potencializar o público juvenil a entender que atualmente há relações de poder envolvidas com o uso das tecnologias (FOUREZ, 2003, 1997).” (BOCHECO, 2011, p.122)

Fronza (2016) realiza uma análise muito detalhada em sua pesquisa sobre educação científica e tecnológica. Ao discorrer sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, relata algumas preocupações concernentes ao comportamento individualista e consumista da sociedade aliada à exploração dos recursos naturais:

“[...] ciência e a tecnologia são afins em função da relação que estabelecem entre si e da relação que o ser humano estabelece com a natureza na reprodução, preservação ou degeneração da vida. A ciência e a tecnologia também contribuíram para o surgimento de uma civilização individualista, consumista e hostil, que pouco mostra dar valor ao planeta terra (BOFF, 2012). [...] Que a ciência e a tecnologia são importantes na atualidade e em todos os tempos não há a menor dúvida. É importante ter cuidado, uma vez que há uma crescente aceleração das tecnologias de exploração e a transformação dos bens e serviços naturais sem considerar aspectos de cuidados e preservação da vida (MORIN, 1996, 2002, 2003; BOFF, 2012; RIFKIN, 2012; BAZZO, PEREIRA, von LINSINGEN, 2008, BAZZO, 2014; BAZZO, PEREIRA e BAZZO, 2014; GIDDENS, 2011; POSTMAN, 1994).” (FRONZA, 2016, p.137)

Maurici (2017) faz alusão ao discurso da sustentabilidade:

“O termo ‘sustentabilidade’ o qual o discurso remete, constitui um tema bastante debatido atualmente no que tange a relação entre o ser humano e a natureza. O debate se pauta principalmente no que diz respeito ao consumo, à exploração e à alteração de ambientes e sistemas naturais (VASCONCELOS, FREITAS, 2012, p.90). Este tema é recorrente em pesquisas no âmbito da educação em ciências e tecnologia sob o enfoque CTS. As discussões giram em torno da problemática relacionada aos impactos do crescimento econômico no meio socioambiental (idem, p.96). O enfoque CTS na educação, nesse sentido, procura a formação de estudantes para o exercício da cidadania em tomadas de decisão em assuntos que envolvem C&T.” (MAURICI, 2017, p.83)

Miquelin (2009) em seu trabalho também mostra preocupação com relação às relações entre tecnologia e os interesses econômicos, o que leva perigo à vida em nosso planeta:

“Há outros aspectos relevantes que podem ser arrolados, como por exemplo, o fato de que o desenvolvimento tecnológico pode levar o planeta a sofrer catástrofes de ordem

climática e ambiental. O homem, por meio de seus artificios, tem potencial de para uma forma de vida biológica complexa.” (MIQUELIN, 2009, p. 42)

Müller (2012) aponta que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, aumentou o consumismo estimulado pelo modelo econômico, daí a necessidade de repensar as questões sobre o acesso às benesses e as atitudes humanas perante a natureza:

“A preocupação em frear a exploração da natureza pelo ser humano se tornou necessária, pelas consequências que agora vivencia no seu cotidiano, sejam elas catástrofes naturais, doenças e/ou pragas. Repensar as atitudes e conscientizar a sociedade passou a fazer parte da pauta de muitas discussões políticas, econômicas e éticas. São indiscutíveis os avanços na saúde, na qualidade de vida, na longevidade, a segurança contra as forças da natureza são facilidades e melhorias que a tecnologia nos proporcionou ao longo dos anos, mas infelizmente, são para poucos.” (MÜLLER, 2012, p.45)

Oliveira (2017) destaca a importância de se conhecer ciência e tecnologia como não neutras e carregadas de ideologias para que a sociedade não seja ingênua em suas decisões, entre elas, aquelas ligadas ao meio ambiente:

“A interação entre a ciência e as tecnologias é fundamental para a ciência e a forma como a ciência é praticada, sendo que a tecnologia pode ser compreendida como incorporada no próprio tecido da ciência e em como a ciência é feita (EMMOTT, 2006). Compreendemos que o TCK envolve conhecimentos sobre o desenvolvimento científico-tecnológico, o que permite avaliar e participar das decisões que venham a atingir o meio ambiente. Esse conhecimento permite um questionamento sobre os impactos da ciência e da tecnologia em seu entorno, de modo a possibilitar uma compreensão crítica dos interesses envolvidos na relação ciência e tecnologia. Dessa forma, a relação ciência e tecnologia deve ser compreendida dentro do emaranhado social, político e ambiental, o qual propicia refletir e entender sobre o fenômeno

tecnocientífico moderno (OSÓRIO, 2002). [...] O TCK deve compreender que a ‘ciência e tecnologia não são neutras, pois refletem as contradições das sociedades que as engendram, tanto em suas organizações quanto em suas aplicações. Na realidade, são formas de poder e de dominação entre grupos humanos e de controle da natureza’ (LARANJA, SIMÕES, FONTES, 1997, p. 23). Assim, o TCK deve abranger o conhecimento da dimensão social da ciência e tecnologia, abordando questões éticas, ambientais ou culturais das múltiplas influências entre ciência e tecnologia.” (OLIVEIRA, 2017, p. 114-115)

Para Roso (2017) a TS (tecnologia social) suplantaria a abordagem CTS:

“Diferentemente de muitos encaminhamentos CTS que não têm questionado e problematizado uma organização socioeconômica que reproduz valores como capitalismo, consumismo e obsolescência programada, aspectos que contribuem com a degradação ambiental (ROSO, 2014), em TS esses elementos são profundamente e explicitamente questionados em articulação com o modelo de CT atual e um modelo que seria desejado. Está explícito que mudanças socioambientais estão relacionadas com o conjunto cognitivo disponível e, se desejamos outro modelo de organização social, também é necessário buscarmos outro modelo de CT, outra matriz econômico-produtiva que atenda outros valores como, por exemplo, o controle na geração de poluição e de dejetos.[...] Em TS há, também, uma explícita preocupação em se pensar modelos alternativos de CT. Modelos que não estejam, como tradicionalmente ocorre, atrelados unicamente aos interesses de grandes multinacionais que visam apenas gerar seus lucros, sem importarem-se com questões socioambientais e pautadas em valores ao longo do texto criticados, como o consumismo, lógica na inovação tecnológica, competitividade e obsolescência programada. Mesmo que em TS exista algo muito marcante na educação CTS, a avaliação de impactos de CT, a perspectiva é completamente outra.” (ROSO, 2017, p.135-136)

Schwertl (2016) destaca que os agravamentos dos problemas ambientais e a utilização

dos conhecimentos em CT para fins não pacíficos que alavancaram a inserção dos estudos CTS nos currículos das escolas:

“De qualquer forma, o agravamento dos problemas ambientais, a utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos em guerras (ou projetos militares) e questionamentos e reflexões de cunho epistemológico e filosófico sobre o empreendimento científico fizeram com que, a partir da década de 1970, em todo o mundo, a ECT começasse a incorporar pressupostos do Movimento CTS. Currículos passaram a ser construídos e idealizados com o objetivo central de promover a ECT dos cidadãos, de forma a auxiliar os estudantes a construírem conhecimentos, habilidades e valores necessários para a tomada de decisões responsáveis sobre questões a respeito de CT na sociedade, bem como desenvolver ações para a solução de tais questões (BAZZO, 1998, 2002, 2011; AIKENHEARD, 2009; SANTOS, 2009, 2011).” (SCHWERTL, 2016, p.46)

## **Tecnologia e ética**

Bocheco (2011) traz questões éticas, sobre o determinismo social e a normatividade tecnológica nas relações entre tecnologia e sociedade:

“Mostrar que são as escolhas humanas que moldam e decidem os fins para os quais a atividade tecnológica se destina e que por isso esta deve ser centrada nas pessoas e no ambiente em que se desenvolve. Não se trata de julgá-las apropriadas ou não, e sim mostrar sua propriedade de modificar o meio onde ela se realiza, pois a atividade tecnológica possui a característica de se adequar aos meios, mas também possui a capacidade de adequar estes meios a si mesma. É necessário abordar as implicações humanistas da peculiar maneira de ser da tecnologia e dos seus conteúdos: a de ‘servir para’ (VARGAS, 1994, p. 184 – grifo do autor). Isto implica um certo comportamento humano em relação à tecnologia e, portanto, uma determinada ética, tanto por parte de profissionais ligados a ela como por parte dos que a utilizam e decidem sobre a sua utilização. [...]” (BOCHECO, 2011, p. 123)

Caetano (2011) contribui para as reflexões sobre tecnologia e ética:

“As tentativas de inclusão de temas CTS no ensino superior no Brasil têm se concentrado na criação de disciplinas nas quais são estudados casos que mostram a construção de artefatos tecnológicos como o resultado da ação de uma rede formada por diferentes atores e casos que discutem as consequências negativas/positivas do uso de determinadas tecnologias para as sociedades e para o meio ambiente. Os estudos desses casos são realizados através de estratégias interdisciplinares, procurando abranger contribuições advindas da sociologia, filosofia, epistemologia e de outros campos (BAZZO, 2010; LINSINGEN, 2002).” (p.232-233)

Fronza (2016) discute sobre a tecnologia atuando nas relações éticas entre sociedade e ambiente, e como o desenvolvimento tecnológico caminha lado a lado com problemas éticos como racismo e desigualdade social no processo civilizatório:

“[...] Estamos em pleno olho do furacão e não sabemos o que espera a humanidade. Para Milton Santos (1994, 1996), há uma preocupação muito maior com a discussão acerca do crescimento e desenvolvimento, em detrimento da preocupação e da busca por um sentido da civilização (PORTO-GONÇALVES, 2013). Boff (2012), alerta que a terra precisa ser considerada com cuidado, ao que chama de cuidado substantivo, como um superorganismo, que não tenha apenas valor utilitarista, mas de pertença e reciprocidade. Isso exige que a terra seja tratada com respeito e ‘por isso, impõe-se utilizar processos tecnológicos que se adequem aos imperativos do cuidado e respeito que todo ser vivo merece’ (BOFF, 2012, p. 67). [...] A felicidade humana não se garante pela modernidade tecnológica e científica. Desenvolvimento tecnológico, modernidade, colonialidade, racismo e injustiça social caminharam juntos. Há, no mundo, tecnologias sofisticadíssimas, do ponto de vista tecnológico, entretanto, a injustiça social, acompanha essa mesma dimensão. Então é preciso incorporar a dimensão ética e filosófica ao conhecimento científico. Caso contrário, teremos muito desenvolvimento científico e tecnológico e crescimento econômico com trabalho escravo, injustiça social e ambiental, que é o que a gente tem visto por aí (PORTO-GONÇALVES, 2013).” (FRONZA, 2016, p.154-155)

Para Schwertl (2016) os estudos CTS contribuem muito para a discussão das questões éticas que envolvem CT e sociedade:

“O Movimento CTS contribuiu para a inserção, nos currículos, de temas sociocientíficos, tais como engajamento para ações sociais responsáveis, questões controversas de natureza ética e problemas ambientais contemporâneos. A inserção de temas envolvendo problemas reais e de controvérsias é apontada como um caminho para que um currículo de ciências potencialize a discussão, a participação em debates e a tomada de decisões fundamentada em temas sociais marcados pela CT, numa perspectiva de democratização, não restrito ao campo técnicocientífico. Nessa conjuntura, os conteúdos disciplinares se fariam presentes no entorno dessa organização de forma a contribuir para a compreensão, sob vários ângulos, do problema e de suas controvérsias.” (SCHWERTL, 2016, p.46)

## **TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO**

Neste núcleo de análise busca-se por exemplos da visão sobre educação em si, sobre modelos de educação em tecnologia e sobre a adoção de uma educação tecnológica mais crítica.

Leonel (2015) destaca a influência das novas tecnologias digitais na sociedade, criando a cultura digital:

“Nesse sentido, as TDIC provocam mudanças nas maneiras de pensar, trabalhar e se comunicar (PRETTO, 2005; ALONSO, 2008; LAPA, 2010; ALMEIDA; SILVA, 2011; MORAN, 2012), integrando-se às práticas sociais e criando nova cultura, assim

entendida como cultura digital. Elas favorecem, ademais, o desenvolvimento de uma cultura de uso das mídias e, conseqüentemente, uma configuração social pautada num modelo digital de pensar, criar, produzir, comunicar, aprender – viver, tendo como principal responsável as tecnologias móveis e a Web 2.0 (ALMEIDA; SILVA, 2011).” (LEONEL, 2015, p.29)

Logo em seguida, Leonel (2015) traz, para essa sociedade da cultura digital, a importância do pensamento de Paulo Freire ao pensarmos numa educação democrática, e de se repensar a forma como aprendemos e ensinamos:

“Embora Paulo Freire não tenha alcançado esta época, a da cultura digital, seu pensamento continua atual. O exercício de refletir sobre as questões supracitadas continua fundamental para a educação democrática. Entretanto, as demandas são outras nos dias atuais. É urgente repensar a forma de ensinar e também de aprender, já que os alunos não aprendem mais da mesma maneira e não têm o professor como única fonte do conhecimento. A integração crítica das TDIC no contexto escolar configura-se como um dos desafios deste tempo.” (LEONEL, 2015, p.30)

Oliveira (2017) em sua pesquisa sobre educação tecnológica, estava analisando a utilização de uma perspectiva de estudo TPACK (Conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo) para a ECT. Oliveira defende que o ensino tecnológico deve acontecer na forma de projetos:

“Dentro de uma formação na perspectiva do framework TPACK, devem ser dados desafios do mundo real e tarefas autênticas aos professores, de modo que eles possam desenvolver uma compreensão verdadeira das questões envolvidas, tanto no planejamento quanto na condução de atividades que integram as TDIC (MISHRA, KOHLER, 2006; DEMIR, 2011). Koehler e Mishra (2005) utilizam o termo learning technology by design, no sentido de que os professores em formação devem participar da concepção e construção de atividades de integração da tecnologia, o que deve ocorrer dentro de um conteúdo e não numa perspectiva generalista, sendo este conceito

também adotado por outros pesquisadores (ARNOLD, PADILLA, TUNHIKORN, 2009; LU, 2014; AKKOÇ, 2015).” (OLIVEIRA, 2017, p.97-98)

## **A visão sobre educação**

No trabalho de Caetano (2011), a educação, a formação dos professores são vistas como disciplinadora do olhar:

“[...] durante a apresentação de alguns estudos associados à concepção de tecnologia, foi ressaltada a importância dada por Fleck (1986) e Pacey (1990) à formação do indivíduo como um processo que molda a sua maneira de observar e pensar. Fleck (1986) resalta a importância do processo de formação como um período em que são adquiridas a forma de delinear um problema, o equipamento teórico e a maneira de trabalhar referentes ao estilo de pensamento de um determinado grupo. Por sua vez, Pacey (1990) vê a formação como disciplinadora do olhar, geradora de uma visão de túnel, a qual molda a maneira de o indivíduo abordar os problemas. Concordando com esses autores, esta pesquisa considera que a formação é disciplinadora da forma de ver e de abordar problemas, portanto, os entrevistados foram questionados sobre seu histórico acadêmico/profissional, considerando-o como um processo de formação.” (CAETANO, 2011, p.107-108)

Carvalho Neto (2006) tem uma visão histórico-cultural sobre educação, alinhada às ideias de Vygotsky:

“No caso específico da educação institucional, trata-se de um processo educativo formal e intencional, através do qual o sujeito é convidado a se apropriar das formas simbólicas mais desenvolvidas do saber objetivo, produzidas historicamente pelo gênero humano, portanto no universo da cultura.

Concluindo essas considerações destaca-se que o processo de internalização trazido por Vygotsky é de natureza semiótica e, dessa forma, o que é assimilado não é da ordem concreta das coisas em si, mas da dimensão abstrata da significação das formas simbólicas, “pois a significação pode coabitar todas as mentes ao mesmo tempo, sem se repetir exatamente da mesma forma”. (DUARTE, 2005, apud CARVALHO NETO, 2006, p.54).

“A principal implicação da perspectiva histórico-cultural de Vygotsky toma forma na ideia de práxis, como articulação dialética entre razão (teoria) e experiência (prática), sendo que uma não tem existência sem a outra uma vez que são mutuamente constitutivas. Como visto, as funções superiores (pensar, falar, agir, ter consciência das coisas, etc.) antes de se tornarem funções pessoais são relações sociais, entre pessoas. Em particular, os saberes científicos (episteme) são uma produção social, resultado da história das produções humanas que, justamente por este caráter social do conhecimento, pressupõem a mediação pelo outro, aqueles que já possuem parte da significação das coisas definidoras do saber. “(CARVALHO NETO, 2006, p.57)

Franke (2014), em sua pesquisa alinha sua concepção de educação aos pressupostos de Vygotsky e Freire a seguir:

“Na obra de Freire, encontra-se uma forma de pensar a educação que condiz com os pressupostos de Vygotsky. Freire (2011a) afirma que o mundo histórico-cultural, produto da práxis humana, condiciona o homem. Ou seja, o homem não pode fugir do condicionamento de sua própria produção. Somente o ser humano é capaz de promover uma ação consciente sobre o mundo e, por ser capaz de transformá-lo, tem capacidade de decisão em relação a ele. [...] Conforme este último autor, ‘o homem é homem e o mundo é histórico-cultural na medida em que, ambos inacabados, se encontram numa relação permanente, na qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação’ (FREIRE, 2011b, p. 103). Na mesma obra, Freire afirma ainda que a educação verdadeiramente humana precisa ser libertadora, o que significa que não deve subtrair do homem a sua possibilidade e o seu direito de transformar o mundo. [...] Do exposto, considera-se que Freire e Vygotsky têm como ponto em comum a importância dada à participação ativa do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Para ambos o papel do professor está relacionado à mediação que se dá nas relações sociais. No entender de Vygotsky, além da mediação social, ocorre a mediação semiótica, que se dá pelo uso de instrumentos e signos considerados como elementos mediadores da atividade humana.” (FRANKE, 2014, p.65-66)

Mazurkiewicz (2012) fala sobre a complexidade no processo educativo recorrendo a Edgar Morin:

“Morin (2005) convida os presentes a refletir sobre o significado da palavra: complexidade e como ela é entendida. Assim, Morin parte da origem primeira: *complexus*, cujo significado é aquilo que é ‘tecido junto’. Ou seja, o autor apresenta a palavra para explicar que a educação não se faz só e não se ensina somente a olhar para uma direção, para um único conhecimento, mas sim que para se ensinar e para fazer educação é preciso antes entender a complexidade que faz parte do sujeito, daqueles que no seu desenvolver ajudaram a tecê-lo.” (MAZURKIEVICZ, 2012, p.62)

E Mazurkiewicz (2012) continua detalhando as ideias de Morin por ele mesmo:

“nosso sistema educacional nos torna incapazes de conceber a complexidade, isto é, as inumeráveis ligações entre os diferentes aspectos dos conhecimentos. Isto é mais grave hoje, porque a época planetária se manifesta através de uma extrema interação entre fatores diversos: econômicos, religiosos, políticos, étnicos, demográficos etc. Fica mais difícil entender esta época em que o local é separável do global e o global influi sobre o local. Eu diria até que nós não percebemos que nossa vida cotidiana de indivíduo é determinada pela era planetária, que começou com a conquista das Américas, a partir de 1492, e com a navegação portuguesa pelo globo no final do século 15.” (MORIN, 2005 apud MAZURKIEVICZ, 2012, p.70)

Mazurkiewicz (2012) afirma que esta complexidade ainda não foi compreendida porque a educação ainda se faz compartimentalizada:

“Nessa perspectiva, o filósofo assegura que se faz necessário ‘reaprender a pensar’, e esta deve ser vista como uma ‘tarefa de salvação que começa por si mesma’ (MORIN, 2004, p. 76), baseando-se nesta linha de pensamento, diz que surge num novo olhar e uma nova compreensão aos atores sociais: a complexidade do real. Complexidade esta que foi discutida por Morin ainda na segunda metade do século passado quando seus estudos afirmavam que embora se tenha avançado no pensamento científico e tenham ocorrido grandes transformações, o ser humano ainda não é capaz de compreender o que é a referida complexidade do real, isto porque ainda se vê a educação e o

conhecimento sendo apregoados e produzidos em compartimentos estanques onde os saberes estão compartimentalizados e isolados.” (MAZURKIEVICZ, 2012, p.71)

Miquelin (2009) sugere uma abordagem Freireana para a educação tecnológica:

“Nesse sentido, como professores, podemos eleger sistemas que façam parte da realidade dos envolvidos. A investigação temática e o diálogo problematizador, segundo Paulo Freire (1987), ajudam a identificar que tecnologia presente nesta realidade, envolta em uma situação específica do âmbito curricular, caracteriza um problema para todos os envolvidos no processo escolar. [...] Assim, é possível criar um ‘ponto de partida’ para o aprofundamento das situações e formulação de problemas nas práticas educacionais. O professor começa a refletir de modo a formular um problema que desafie a si mesmo e aos estudantes, e que proponha uma investigação acerca da situação-problema. [...] Se a tecnologia está presente tanto na vida dos professores quanto na dos alunos, neste caso, ela é que norteará a situação-problema formulada pelo professor. Assim, é válido relevar o contexto escolar em que se está trabalhando para que aquele sistema faça parte da realidade deste. Desse modo, usando uma abordagem sistêmica, o professor pode criar desafios, que realmente sejam significativos para os envolvidos, e que, efetivamente os desafie.” (MIQUELIN, 2009, p.49)

Pinheiro (2005) ressalta uma visão sobre educação que desenvolva uma visão crítica nos estudantes:

“[...] podemos perceber que ao conhecimento matemático no Ensino Médio não cabe apenas fornecer informações atualizadas sobre questões de ciência e tecnologia para que os alunos possam participar da vida em sociedade. É necessário desenvolver no aluno a capacidade de tomar decisões com atitudes e valores fundamentados em favor de um desenvolvimento social mais justo. [...] Nesse sentido, uma das concepções que encontra destaque nos PCNEMs e deve ser estendida a todos os conhecimentos

presentes no Ensino Médio é a de cidadania. Propõe-se uma educação comprometida com o contexto social, de forma que conteúdos sejam utilizados como instrumentos para a reflexão e para a transformação da vida de cada indivíduo, desenvolvendo habilidades que possibilitem sua participação efetiva na sociedade. Dessa forma, a educação deve estar voltada às questões sociais, que precisam ser trazidas para a sala de aula de forma a proporcionar uma reflexão conjunta com os alunos.” (PINHEIRO, 2005, p.17-18)

Souto (2013), valendo-se dos pressupostos de Paulo Freire e das ideias de Giroux afirma que:

“Concluimos nesta parte que uma educação só tem significado se for dialógica e problematizadora, pois isto cria condições para uma educação emancipadora que venha a promover a liberdade (aquela que defendemos anteriormente como uma educação de qualidade, como pedagogia renovada). Isto é, uma educação que construa condições para os sujeitos fazerem uma leitura crítica do mundo em que vivem e encontrem as ferramentas necessárias para mudá-lo naquilo que desejam, ou seja, a ação pela transformação. [...] Por isso, defendemos que a educação tenha como fundamento a proposta de uma Educação para Liberdade. Que, de maneira resumida, significa: promover espaços de diálogos problematizadores e horizontais para refletir sobre as questões e temas circundantes em nossa sociedade. Portanto, partimos do pressuposto de que uma formação crítica deve ser dialógica e problematizadora e também deve ser aquela difundida em qualquer contexto educativo, (que hoje é um contexto com tecnologia, ou seja, de Cultura Digital).” (SOUTO, 2013, p. 59-60)

Para Teixeira (2014) uma boa prática pedagógica é assim identificada:

“É importante ressaltar que considero como boa prática pedagógica aquela que se configura em aprendizagem significativa, crítica, criativa e contextualizada, que escuta a voz e inclui a participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, refiro-me a uma perspectiva sócio-construtivista que permita que os alunos formulem as próprias

perguntas, gerem suas hipóteses e modelos e testem sua validade; que proporcione investigações desafiadoras, gerando outras possibilidades que incentivem a reflexão como força dinamizadora da aprendizagem, na medida em que, através dela, os alunos criem sentido para as experiências vivenciadas. Trata-se de incentivar a conversação, a argumentação e a comunicação das ideias e dos pensamentos dos alunos para, então, promover o movimento dos estudantes na busca da produção e da construção de significados, movimento através do qual a aprendizagem impulsiona o desenvolvimento das estruturas psicológicas (FOSNOT, 1998).”  
(TEIXEIRA, 2014, p. 31)

## **Educação como narrativa**

Araújo (2014) apresenta o teatro como uma tecnologia de educação. E teatro é de natureza narrativa. A autora percebe a ciência e o teatro como construtos humanos, e no teatro uma possibilidade de estratégia educacional e de transformação social:

“[...] vejo o teatro como um lugar possível de se tratar a ciência, a tecnologia e suas relações sócio, histórico e culturais. Vejo que seria possível, ao retratar a ciência como uma construção humana, remodelar o modo como ela é vista pela sociedade.”  
(ARAÚJO, 2014, p.25)

## **Educação tecnológica crítica**

Bocheco (2011) evidencia uma relação interessante entre a abordagem CTS e Paulo Freire, que defende uma leitura mais crítica da realidade.

“[...] a convergência entre Freire e CTS reside na similaridade existente entre seus objetivos. Enquanto o movimento CTS busca a participação e a democratização das decisões em temas sociais que envolvem ciência e tecnologia, Freire defende que

alfabetização almeja uma leitura também crítica da realidade. O projeto político-pedagógico de Paulo Freire ensina a reinvenção da sociedade. É este sentido de leitura crítica da sociedade que conduz Auler (2002) a valorizar a importância de se desenvolver uma compreensão crítica sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, por considerar que a dinâmica social contemporânea está fortemente marcada pela presença da ciência e da tecnologia.” (BOCHECO, 2011, p. 52-53)

Em vários outros trechos de seu trabalho, Bocheco (2011) ressalta a necessidade de uma educação tecnológica mais crítica:

“[...] tais práticas já revelaram a tecnologia como referência de saberes escolares, não se limitando apenas ao estudo de máquinas ou equipamentos domésticos, mas, para além disso, proporcionar o debate e a compreensão a respeito da relação existente entre o mundo natural e o mundo artificial. Assim, é possível levar os estudantes a desenvolver uma concepção crítica quanto à tecnologia moderna e os seus imbricamentos com aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais, bem como reconhecer o seu potencial modificador na realidade vivida e de resposta a problemas concretos.” (BOCHECO, 2011, p.98)

Caetano (2011) defende a introdução da abordagem CTS nas escolas como forma de se trabalhar com educação em tecnologia:

“Bazzo (2010), Carletto (2009) e Linsingen (2002, 2007), entre outros pesquisadores da educação tecnológica, argumentam que o reconhecimento de que a atividade tecnológica é determinada por relações sociotécnicas (envolvendo pressões econômicas e políticas, conhecimentos e limitações técnicas, valores morais, convicções profissionais, etc.) torna necessário que a formação dos futuros profissionais das áreas tecnológicas contemple temáticas relacionadas às interações entre tecnologia e sociedade. Esses autores propõem incluir nos cursos da área tecnológica temáticas do campo de estudos CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), visando a uma formação de ‘relevância’ que reconheça as consequências sociais e ambientais da tecnologia e comprometa os futuros profissionais com uma ‘genuína estratégia de abordagem e solução de problemas sociais’ (LINSINGEN, 2007). [...] O campo de estudos CTS baseia-se nas seguintes premissas: 1) o desenvolvimento científico e tecnológico é um processo conformado por fatores culturais, políticos,

econômicos e epistêmicos; 2) as mudanças científico-tecnológicas são fatores centrais na definição de nossas formas de vida e do nosso ordenamento institucional; e 3) o caráter social da ciência e da tecnologia e a sua centralidade nas nossas vidas implicam na necessidade de estas serem reguladas socialmente através da construção de mecanismos democráticos para a tomada de decisões relativas às políticas científico-tecnológicas (BAZZO, 2010; CARLETTO, 2009; LINSINGEN, 2007). Partindo dessas premissas, Bazzo (2010), Carletto (2009) e Linsingen (2002, 2007) propõem a inclusão de atividades de ensino nos cursos da área tecnológica que promovam o debate sobre os riscos advindos do desenvolvimento e uso das tecnologias, sobre as políticas públicas de inovação tecnológica e sobre o papel dos profissionais da área tecnológica como participantes nas controvérsias tecnológicas que envolvam a sua área de conhecimento.” (CAETANO, 2011, p.232)

Para Corrêa (2016) os atores do processo de educação e aprendizagem são ativos na construção dos conhecimentos e agentes transformadores da realidade:

“Assim, considero os/as estudantes, dentro de minhas perspectivas teóricas, como sujeitos ativos e integrados (não acomodados) na construção de conhecimentos e em busca permanente de conscientização, de consciência crítica. Essa minha percepção tem base no educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997), que pensa em sujeitos ‘interferidores’ (homem Sujeito), imersos em relações, que os integram aos seus contextos (FREIRE, 1983). [...] Ao avaliar possibilidades de transformar sentidos sobre tecnologia tendo em vista processos educacionais, penso que considerar a capacidade de integração dos sujeitos seja fundamental. ‘A integração resulta da capacidade de ajustar-se à realidade acrescida da de transformá-la a que se junta a de optar, cuja nota fundamental é a criticidade’ (FREIRE, 1983, p. 42). Esse sujeito (com identidades política, religiosa, étnico-racial e de gênero) integrado, ativo, crítico seria capaz de alterar a realidade sócio-histórica que lhe é apresentada. Seria, portanto, um sujeito autor, que constitui uma base das relações entre educação e tecnologia que busco examinar.” (CORRÊA, 2016, p.55)

Fronza (2016) se alinha ao pensamento de Bazzo, defendendo uma educação tecnológica mais crítica e desobediente:

“Bazzo (2014) faz alguns apontamentos que, segundo ele, poderiam ser abordados em programas de formação docente, como alternativas para promover reflexões que poderiam desencadear uma educação tecnológica mais crítica, que não escondesse os problemas e tampouco enfatizasse uma possível falácia salvacionista da tecnologia. [...] Fazer frente às necessidades da sociedade parece ser algo imprescindível no que diz respeito à educação tecnológica, e para isso faz-se necessário romper com a perspectiva hegemônica de atendimento a uma pequena parcela da sociedade que sempre se viu contemplada e beneficiada pela tecnologia. [...]

E de que maneira a educação tecnológica pode contribuir para isso? Não por ordem de prioridade, mas, assumindo uma postura epistemológica que se oponha ao pensamento hegemônico das instituições de ensino que insistem em serem elitistas. Trabalhar questões que provoquem a elaboração e acesso do conhecimento a todos. Contribuir para a formação de cidadãos que olhem e enxerguem as questões sociais para além das questões técnicas.” (FRONZA, 2016, p.192-193)

Geremias (2016) citando uma pesquisa sobre o ensino de tecnologia na América Latina, afirmando que, apesar do ensino de tecnologia estar presente em reformas curriculares, ainda há muito que se percorrer para uma formação cidadã:

“Segundo Niezwida, apesar de o ensino de tecnologia ser objeto de maior preocupação nas reformas curriculares latino-americanas após a década de 1990, elas pouco têm transformado as reflexões sobre a tecnologia no interior da formação docente. Nesse contexto, predominam ideias tecnocráticas e de tecnod dependência centradas no treinamento para o uso das tecnologias. [...] Essas ideias silenciam uma reflexão crítica sobre as implicações sociais da tecnologia [...] No seu entendimento, há que se investir no desenvolvimento de uma formação cidadã [...] A autora propõe uma formação tecnológica emancipatória, amparada em pressupostos da proposta educativa de Paulo Freire e, numa perspectiva de Educação CTS que questione e problematize a racionalidade tecnológica materializada nos discursos oficiais e acadêmicos como adaptação ao uso das tecnologias. Essa perspectiva demandaria, portanto, investimentos em estratégias curriculares e didático-pedagógicas que localizem as especificidades tecnológicas do contexto atual, com vistas à transformação do modelo tecnocrático, ainda dominante no currículo do curso de formação docente em ET investigado.” (GEREMIAS, 2016, p. 95-96)

Para a educação tecnológica, Jacinski (2012) propõe um redimensionamento do tema da cidadania e democracia a partir do olhar sociotécnico, onde tecnologia e sociedade estão imbricadas:

“Em termos educacionais formais ou informais considero que pode ser muito significativo desenvolver e aprofundar um diálogo amplo e significativo com o campo dos Estudos de Tecnologia Social latino-americanos especialmente para se pensar em termos de construção de outras alternativas sociotécnicas inclusivas que demandam o exercício da cidadania sociotécnica. Trata-se de redimensionar o tema da cidadania e da democracia, muito presentes no horizonte do campo educacional a partir do olhar sociotécnico em que é necessário considerar tecnologia e sociedade como um “tecido sem costuras”. Não há dúvida sobre o quanto pode ser potencializador esse novo olhar para as questões educacionais voltadas para a construção de uma sociedade mais solidária, justa e inclusiva. Nesse sentido, tais questões necessitam ser redimensionadas a partir da construção de outro olhar como desafios tecnológicos e sociais inseparáveis e inconclusos, em que os cidadãos – sejam engenheiros, cientistas, leigos, movimentos sociais, ambientais, etc. – podem trabalhar dialogicamente na arquitetura de outras possibilidades mais condizentes com novos cenários sociotécnicos mais inclusivos, democráticos e dialógicos.” (JACINSKI, 2012, p. 312)

Maurici (2017) propõe a construção de uma ECT transformadora da sociedade:

“Pretendemos a construção de uma ECT que evidencie as dimensões sociais, políticas e econômicas da atividade científica e tecnológica, com vistas a formar cidadãos cientes do seu papel transformador da realidade e, assim, ampliar a participação da sociedade em tomadas de decisão sobre ciência e tecnologia (C&T); e na construção de dinâmicas de desenvolvimento mais inclusivas (THOMAS, 2016).” (MAURICI, 2017, p. 34)

Esta educação transformadora é uma alternativa à outra que tem caráter puramente mercadológico:

“Defendendo aqui a perspectiva de uma ECT crítica e transformadora, a educação voltada para as exigências do mercado é encarada como um produto, um serviço de caráter mercadológico. A educação para o mercado capitalista atende às classes dominantes e suas intenções e esta dinâmica acaba por ampliar a situação de desigualdade social que vivemos no país. De acordo com esta perspectiva, espera-se que todas as esferas da vida social, cada vez mais, sejam justificadas em termos de eficiência mercadológica.” (MAURICI, 2017, p.104-105)

E o que falar da escola? Maurici (2017) defende uma escola pública que auxilie os estudantes em seu papel ativo e transformador de sua realidade:

“[...] necessidade de ampliar a busca por uma escola pública como um direito social onde suas reflexões e práticas sejam ancoradas na diversidade social, histórica e cultural típicas de nossas sociedades. Desta forma pretende-se conceber o indivíduo em seu devido posto, como possibilidade nova de conhecimento, e conceber ainda o espaço escolar como tendo a obrigação de proporcionar ambiente propício ao desenvolvimento de novas formas de pensar e conceber novos objetos de estudo e saberes pluralizados, seguindo a antemão do primado da história única. [...] Considerando o papel ativo que os estudantes podem assumir para a efetiva transformação de suas realidades, não podemos aceitar que sejam meros objetos de uma maquinaria produtiva pautada numa perspectiva desenvolvimentista eurocêntrica e descontextualizada em relação às especificidades históricas, sociais e culturais do Brasil e da América Latina.” (MAURICI, 2017, p. 97)

Miquelin (2009) alerta para a importância da formação crítica e tecnológica dos professores:

“A não problematização do uso dos meios tecnológicos comunicativos, e a falta de conhecimento sobre essas tecnologias, podem levar professores e alunos a desenvolverem uma prática sem escopo reflexivo sobre o quê, como e por que utilizá-los no processo de ensino-aprendizagem. [...] Assim, os órgãos governamentais podem

gastar milhões equipando as escolas básicas com alta tecnologia, porém um laboratório de informática com Internet banda larga, sem profissionais qualificados para compreender suas potencialidades educacionais, não passará de uma sala fria sem sentido potencializador e construtivo no âmbito escolar. [...] A prática sem embasamento científico, tecnológico, social, cultural, político e econômico pode levar os sujeitos a estarem inseridos em uma condição que convencionei chamar de usuário leigo. É sobre esta condição e suas implicações para o uso de tecnologia no processo de ensino-aprendizagem que discutimos no próximo capítulo.” (MIQUELIN, 2009, p.33)

Müller (2012) em sua pesquisa, trabalha com a perspectiva CTS na educação:

“O ensino de CTS no campo da educação objetiva principalmente alfabetização científica e tecnológica considerando o contexto social. Nessa nova imagem da C&T, proposta a partir dessa alfabetização, que vai além de ler e escrever, de acordo com Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003), mas que contribua para a motivação de informações relevantes sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que a sociedade possa analisá-la e avaliá-la, refletir sobre essa informação, definir os valores implicados nela e tomar decisões a respeito.” (MÜLLER, 2012, p.50-51)

Oliveira (2017) afirma que a prática colaborativa e as trocas de experiência entre os professores facilitam a crítica sobre a forma como estão realizando sua prática pedagógica, a integração entre as tecnologias (vistas como artefatos) e as abordagens educacionais:

“A reflexão pelos pares sobre a atividade/plano de aula proposto pelos colegas durante a formação possibilita uma reflexão crítica sobre o que eles apresentaram e o que eles pensam que seria a melhor abordagem de integração de tecnologia (KAFYULILO, 2010; PORRASHERNÁNDEZ, SALINAS-AMESCUA, 2013). Tondeur et al. (2012) e Funkhouser e Mouza (2013) constataram que a reflexão sobre o papel das TDIC

permite aos cursistas perceber o valor das práticas de ensino observadas, planejadas e executadas, bem como as formas em que as entende. Além disso, ao refletir sobre sua aprendizagem ao longo do curso de formação, o cursista pode observar como suas concepções foram influenciadas pela formação (MOUZA, WONG, 2009; FUNKHOUSER, MOUZA, 2013). Nesse sentido, há uma compreensão de que a reflexão durante a formação é fator crucial no desenvolvimento profissional dos professores (ALLAN et al., 2010; GUZEY, ROEHRIG, 2009; HARRIS, HOFER, 2011, JIMOYIANNIS, 2010a, TEE, LEE, 2011; CHUI, AUYEUNG, NAI-CHENG, 2015).” (OLIVEIRA, 2017, p.101)

Roso (2017) aponta novas perspectivas de ensino dentro do conceito das tecnologias sociais (TS):

“Do ponto de vista educativo, o conceito de TS tem gerado novas formas de educação e formação dos sujeitos que estão inseridos nessas atividades, mesmo que, nos casos analisados, a educação não seja formal e/ou sistemática. Mesmo considerando essa informalidade nos processos educativos/formativos há elementos que merecem ser destacados, sendo um deles uma espécie de ‘exercício curricular a partir de outros valores’. Mesmo que qualquer discussão curricular esteja fora do contexto de trabalho vinculado à TS, é inequívoco afirmar que está-se exercitando práticas educativas a partir de outros valores que, na discussão curricular, está materializada no objeto/tema de estudo e na seleção de conhecimentos que contribuem para a melhor compreensão desse objeto. Um valor muito presente é o da partilha do conhecimento envolto ao produto tecnológico (por exemplo a instalação e manutenção de cisternas) ou mesmo do processo/cadeia de beneficiamento de determinada matéria prima (por exemplo o lixo em uma cooperativa de reciclagem). Em ambos é desejável que o saber fazer seja partilhado pelo coletivo em uma perspectiva de colaboração e solidariedade. Valor, por exemplo, não presente em propostas como ‘escola sem partido’ ou ‘todos pela educação’, movimentos gestados por setores com interesses e valores explícitos e, no nosso contexto, considerados não desejáveis.” (ROSO, 2017, p.137)

Schwertl (2016) se alinha aos pressupostos de Aikenhead e às ideias de Bazzo e Pereira quanto aos objetivos da abordagem CTS nos currículos, principalmente na educação tecnológica:

“Ainda sobre os objetivos da abordagem CTS nos currículos, merecem menção as postulações de Aikenhead (2009). Para esse autor, os objetivos da educação científica perpassam pelo desenvolvimento de uma orientação centrada no estudante, que anime as autoidentidades culturais dos alunos, as suas contribuições futuras para a sociedade como cidadãos e seu interesse em fazer sentido utilitário e pessoal do conhecimento científico. Aikenhead (2009) pontua, como já mencionado por outros autores aqui citados, que a tomada de decisão tem sido, muitas vezes, o centro do enfoque CTS e argumenta que essa tomada de decisão envolve, necessariamente, uma ampla gama de outros tipos de conhecimento, ou seja, valores e conhecimentos sobre política, direito, economia, políticas públicas, entre outras. [...] No âmbito específico da Educação Tecnológica, outros conhecimentos, para além dos conhecimentos científicos e técnicos, como filosofia, política e direito, são apontados por autores, a exemplo de Bazzo, Pereira e Bazzo. (2014), como necessários para que os estudantes compreendam as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, numa perspectiva crítica e humanística.” (SCHWERTL, 2016, p.49-50)

Estudando vários autores do campo da ACT (alfabetização científica e tecnológica) e as ideias da pedagogia de Giroux, Schwertl (2016) elaborou um quadro com os principais fatores e condições para se realizar a educação crítica:

Quadro 3 - *Fatores e circunstâncias* para promover uma formação crítica como prática pedagógica

<b>Problematização</b> – problematizar, por meio do diálogo, situações limites ou contradições dos alunos referentes a uma temática. Estabelecer uma problematização dos homens em suas relações com o mundo a partir da investigação de um tema.
<b>Ação dialógica</b> – é na ação dialógica que o homem consegue um distanciamento que possibilita objetivar reflexivamente o mundo, as situações, os momentos vividos, de tal forma que passa a estar em condições tanto de julgar como de ser julgado, o que o torna capaz de ser crítico. O diálogo é o elemento constitutivo da consciência, o que torna fundamental que seja compreendido como um encontro que solidariza o refletir e o agir dos sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado.
<b>Confiança</b> – é consequência de um diálogo fundamentado no amor, na humildade e na fé nos homens, no seu poder de fazer e refazer, de criar e recriar. A confiança faz com que os sujeitos dialógicos sejam cada vez mais companheiros na pronúncia do mundo. Implica o testemunho que um sujeito dá ao outro de suas reais e concretas intenções.
<b>Conscientização</b> – promover o trânsito da consciência ingênua (gira em torno de conhecimentos do senso comum) para consciência crítica (gira em torno de conhecimentos sistematizados sobre um tema) por meio de um diálogo tradutor.
<b>Relacionamento horizontal</b> – o professor é ao mesmo tempo estudante, e o estudante, ao mesmo tempo um professor, ou seja, professor e estudante compartilham a mesma condição cognitiva.
<b>Compreender o espaço acadêmico como uma esfera pública democrática</b> – local onde os alunos e os professores apreendem conhecimentos e habilidades indispensáveis para viver na autêntica democracia.
<b>Compreender os professores como intelectuais públicos e transformadores</b> – que assumam a responsabilidade de dar voz ativa aos estudantes em experiências de aprendizagem e sejam capazes de modelar as maneiras onde o tempo, o espaço, a atividade e o conhecimento estabelecem o cotidiano escolar, bem como instituir espaços nos quais os estudantes possam debater o conhecimento e as habilidades para atingir a liberdade pessoal e a justiça social e deles se apropriar.
<b>Privilegiar as formas de capital cultural e linguístico</b> por meio dos quais os estudantes dão significado a suas experiências.

Fonte: Organização da autora.

Fonte: Schwertl (2016, p.80)

Schwertl (2016) vê na educação tecnológica crítica a possibilidade de uma educação emancipadora, balizadora das práticas de ensino dos professores:

“As tecnologias emergentes, se não analisadas com criticidade, poderão continuar a serem tratadas como uma divindade, principalmente pelos tecnófilos que, como adoradores da tecnologia, a concebem como redentora dos males da humanidade e

acreditam que os problemas que ela possa causar serão inevitavelmente corrigidos por uma tecnologia que está por vir. Entende-se, assim como Bazzo (2015), que a crença no poder salvacionista da tecnologia poderá trazer sérias consequências e de caráter irreversível para a sobrevivência da humanidade. Contudo, admitir tal fato não esmorece a convicção de que ‘a educação pode ser o antídoto para conduzir o ser humano a ser o timoneiro de suas realizações’ (BAZZO, 2015, p.32). Esse é o horizonte que baliza e alimenta o agir de professores que se vêem como intelectuais públicos e transformadores. Diante desse entendimento, busca-se, nos espaços sociais da Web 2.0, apoio para estar à frente de uma intervenção pedagógica cujo objetivo, para muitos, pode ser uma utopia.” (SCHWERTL, 2016, p.124)

Para Teixeira (2014) não somente a visão da relação entre tecnologia e sociedade deve ser crítica, a educação também deve ser:

“Também contrária a essa pedagogia tecnicista, defendo uma abordagem humanista, que compreende que o professor, sujeito de sua ação docente, pode fazer um uso crítico e criativo da ferramenta técnica, de modo a não apenas reproduzir a educação tradicional, mas promover a educação para a cidadania. Esse enfoque entende o professor como protagonista na ação educativa, que faz as opções pedagógicas e submete as TDIC aos objetivos educativos que tem desde o princípio. Por esse viés, a formação do professor não trata apenas de instrumentalizá-lo para usar as TDIC, mas de prepará-lo para formar cidadãos capazes de serem usuários competentes, críticos, criativos e participativos, a começar por si mesmos. Ou seja, formar professores para a reflexão crítica das mídias; com as mídias e sobre as consequências sociais que as mídias representam (BELLONI, 2005; FANTIN 2012; RIVOLTELLA 2007). A formação do cidadão na atualidade deve, portanto, transcender uma alfabetização técnica e buscar abranger tanto os aspectos éticos dos conteúdos e temas como os aspectos estéticos de cada suporte tecnológico, incluindo o conhecimento de suas potencialidades pedagógicas.” (TEIXEIRA, 2014, p.32)

## A importância estratégica da educação tecnológica

Batista (2017) traz relações sobre tecnologia e sociedade e suas possíveis implicações para uma nova alfabetização:

“[...] Tecnologias da Informação (TI), especialmente mídias digitais e redes de computadores, estão incorporadas em nosso cotidiano [...] computadores – laptops, tablets, smartphones – tornaram-se acessíveis e extensões pessoais de nós mesmos, e a programação destes dispositivos, antigamente apenas o passatempo erudito de uma minoria, está sendo agora reconhecido por educadores e teóricos como uma habilidade crucial, até mesmo uma nova alfabetização [...]” (BATISTA, 2017, p.1)

“A TI é hoje a força motriz por trás desta sociedade informacional. As mudanças trazidas por essa sociedade e a tecnocultura são combinadas para mobilizar transformações na mídia, na política, na economia e até na própria educação formal [...]” (BATISTA, 2017, p.10)

Geremias (2016) traz as reflexões de Molina sobre as ideias de Feenberg, alertando sobre a importância de se educar para compreender os processos de inovação tecnológica como sedimentação de lutas sociais no campo político, e assim transcender a racionalidade técnica:

“Para Molina (2011) a noção de código técnico de Feenberg (2012; 2003) tem relação com a ideia de co-construção do construtivismo social. Ela rompe com modelos hierárquicos verticais e lineares de inovação tecnológica, que tem como finalidade somente uma maior eficácia e eficiência, pois mostra que ele é ‘resultado de tensões [...] de lutas entre atores diversos e suas estratégias para implementar uma ou outra alternativa tecnológica’ (MOLINA, 2011, p. 164, minha tradução). [...] Para esse autor, que pensa nas potencialidades da educação tecnológica para ampliação das capacidades individuais e coletivas de participação em temas de ciência e tecnologia, a noção de código técnico de Feenberg é importante para que possamos ver ‘que os processos de desenho [tecnológico] sedimenta lutas políticas, e que a mera noção de ‘racionalidade técnica’ é insuficiente para dar conta dos processos de inovação’ (p. 165, minha tradução).” (GEREMIAS, 2016, p.81)

Mazurkiewicz (2012) atenta para a necessidade de uma alfabetização das pessoas frente às transformações da sociedade cada vez mais digital:

“Com as tecnologias de informação e de comunicação e a internet presente na sociedade contemporânea oferecendo serviços e informações atualizadas, tornando-se assim cada vez mais ‘digital’ (*ecommerce, elearnig, e-cidades, e-saúde, e-governo, e-aprendizagem. etc*). A alfabetização é um importante meio de acesso a instrumentos múltiplos para capacitar as pessoas ao desenvolvimento de suas habilidades na sociedade.” (MAZURKIEWICZ, 2012, p. 39)

## **A importância da formação dos professores em tecnologia**

Caetano (2011) destaca a importância da formação dos professores que vão trabalhar com educação em tecnologia:

“Considerando-se que os professores são atores importantes nas redes de elaboração dos currículos, também se procurou verificar se existem relações entre suas noções sobre tecnologia e suas propostas curriculares. Nessa verificação, foram realizadas comparações entre as noções sobre tecnologia dos professores com aquelas apresentadas no capítulo 2 e as defendidas pelos estudos CTS na área da educação. Estes estudos têm debatido a necessidade de outro enfoque no ensino nas áreas de educação científica e tecnológica, em que a aprendizagem dos conhecimentos específicos seja feita em conjunto com a análise crítica destes e dos resultados de suas aplicações no mundo. Essa nova abordagem tem como princípio uma nova interpretação da ciência e tecnologia, que deixam de ser atividades neutras e puramente racionais para serem consideradas como o resultado de interações sociotécnicas que envolvem redes de atores e seus interesses, sendo, portanto, carregadas de valores (LACEY, 2008).

Bazzo (2010), Carletto (2009) e Linsingen (2007), entre outros, argumentam que propostas de mudança na educação científica e tecnológica, aproximando-a das concepções CTS, dependem fundamentalmente de mudanças nas concepções sobre tecnologia dos professores. Segundo esse entendimento, as propostas curriculares e de

práticas de sala de aula estariam relacionadas com as noções dos professores sobre ciência e tecnologia. Ao se propor a investigar tais relações, esta pesquisa buscou compreender como tais noções interferem nas atividades de ensino.” (CAETANO, 2011, p.105)

Caetano (2011) fez uma pergunta bem direta aos professores sobre o que é tecnologia e percebeu nas respostas destes algumas concepções em comum. Apesar de não ser a concepção de Caetano, o resultado é muito interessante ao pensarmos sobre a importância da formação dos professores:

“[...] Das respostas dos professores emergiram compreensões sobre tecnologia com alguns aspectos em comum. Foram mais recorrentes nas respostas a caracterização da tecnologia como uma atividade que: 1) resulta da aplicação da ciência. A tecnologia seria o resultado da aplicação do conhecimento científico para o desenvolvimento de artefatos úteis; 2) está vinculada com o mercado e as empresas. A tecnologia é impulsionada pelos interesses industriais e empresariais de fornecer produtos para o mercado consumidor; e 3) é influenciada pela sociedade. Os interesses dos grupos sociais interferem na atividade tecnológica, sendo que os grupos sociais envolvidos com o setor empresarial apresentam influência dominante.” (CAETANO 2011, p. 206)

Fronza (2016) discute sobre a dificuldade em se realizar a formação continuada dos professores:

“O exercício da formação docente requer uma sólida formação, não apenas nos conteúdos científicos próprios da disciplina, como também nos aspectos correspondentes a sua didática e ao encaminhamento das diversas variáveis que caracterizam a docência.” (ZABALZA, 2004, p. 145). [...] Isso não significa dizer que a formação continuada oferecida nestes moldes não seja importante, muito pelo contrário, considerando a necessidade de manter atualizado o currículo dos docentes. Mas a crítica se dá no sentido de uma supervalorização desta modalidade de formação e uma inócua proposição de formação no ambiente da própria instituição. No tocante à formação continuada, [...] outra fragilidade. A fragmentação dos temas, tempos e espaços, além da falta de articulação com o contexto educacional dos realizadores da

formação. Ao mesmo tempo mostra o quanto a formação inicial é importante para a construção de concepções científicas, educacionais, tecnológicas e sociais.” (FRONZA, 2016, p.349)

E Fronza (2016) ainda explicita o que ela considera uma formação continuada ideal:

“Esta modalidade de formação pode ser entendida como um espaço em que os conhecimentos são aprofundados e as práticas pedagógicas revisitadas e socializadas oportunizando a conexão do trabalho docente e discente com as equipes pedagógicas. Para isso políticas de formação e exercício docente precisam ser pensadas a fim de valorizar os docentes, suas formas de pensar, e instigar a vinculação de saberes pedagógicos e científicos. É isso que possibilitará críticas e mudanças nas práticas, decorrentes de transformações de ordem filosófica e epistemológica autônomas. A autonomia e criticidade, que possibilitam o entendimento e busca de alternativas é crucial para situar o sujeito frente aos conflitos sociais que se apresentam e dão condições de expressão de opiniões e avaliação das informações sobre as ciências e tecnologias como sustentação para tomada de decisões (RAMOS, 1996).” (FRONZA, 2016, p. 352-353)

Com relação à formação dos professores em ECT, Geremias (2016), citando as ideias de Feenberg e Molina, exalta a importância de se estudar, discutir, os discursos sobre tecnologia, e as relações de poder ali presentes:

“[...] Essa noção tem como ponto forte a defesa da necessidade de se desenvolver uma “consciência crítica e uma atitude de envolvimento e participação” (MOLINA, op. cit., p. 165). Ela contribui, nessa pesquisa, para justificar a importância da formação de pessoas para o desenvolvimento de ações mais democráticas, nas quais elas sejam capazes de julgar, avaliar, decidir e contribuir com os desenhos tecnológicos mais condizentes às suas peculiaridades, necessidades e contextos. [...] Penso que a educação e a formação de professores pode ser um espaço de problematização das questões acima debatidas, ou seja, para o deslocamento dos sentidos de tecnologia como produção neutra e de caráter autônomo. Para tanto, considero importante considerar as relações entre tecnologia, discurso e poder nas leituras e análises sobre tecnologia na formação de professores da área de ECT.” (GEREMIAS, 2016, p.81-82)

Leonel (2015) também traz algumas reflexões sobre quais seriam as necessidades de uma escola nesta sociedade da cultura digital:

“[...] A escola precisa de professores que, percebendo as mudanças na sociedade contemporânea e entendendo os jovens da atualidade, possam se apropriar crítica e criativamente das TDIC; tendo condições de integrá-las a práticas inovadoras e transformadoras. Além disso, eles precisam contar com infraestrutura favorável, tendo equipamentos adequados e manutenção frequente. [...] Uma integração assim não significa simplesmente a inclusão de novos recursos tecnológicos, mas implica em uma formação também crítica, que promova o desenvolvimento de estratégias didático-metodológicas que superem o uso meramente instrumental das TDIC, levando ao desenvolvimento de práticas pedagógicas que instiguem novas leituras e uso destas TDIC, favorecendo novas maneiras de aprender, pensar, agir, comunicar e produzir. Nesse sentido, o universo virtual apresenta-se como um espaço propício a interações, busca de informações e mais possibilidades de construção coletiva do conhecimento.” (LEONEL, 2015, p.30)

Leonel (2015) também problematiza a formação dos professores num cenário de mudanças rápidas como a que vive a sociedade digital:

“No cenário de mudanças, a formação docente tem se tornado mais complexa e repleta de desafios e o papel do professor recebe amplo destaque. Repensar sua formação e prática, portanto, é fundamental, uma vez que ele é um importante agente de mudança no ambiente escolar. —Não há reforma educacional, não há proposta pedagógica sem professores, já que são os profissionais mais diretamente envolvidos com os processos e resultados da aprendizagem escolar! (LIBÂNEO, 2011, p. 9). Para esse autor, a escola almejada é aquela que assegura a todos a formação cultural e científica necessária não só para a vida pessoal e profissional, mas também para formar cidadãos participantes em todas as instâncias da vida social contemporânea.” (LEONEL, 2015, p. 30-31)

Leonel (2015), apoiando-se na epistemologia de Ludwik Fleck, aponta as TDIC (tecnologias digitais de informação e comunicação) como alternativas válidas para que professores saiam do isolamento, formem *coletivos de pensamento* (conceito Fleckiano) e

assim haja uma atualização das formações, transformações dos *estilos de pensamentos* (conceito Fleckiano):

“Acreditamos que a interação entre professores de diferentes realidades, com outras experiências, entre diferentes coletivos, possibilita uma releitura da prática, a percepção de exceções ou complicações e a instauração, extensão ou transformação de estilos de pensamentos. Para Fleck, o estilo de pensamento deve ser alterado para que a descoberta do novo seja possível. —Nenhuma proposição pode ser construída apenas com base em acoplamentos passivos, há sempre a presença de algo ativo, ou, para usar o termo pouco indicado, algo subjetivo (FLECK, 2010, p. 93). [...] Acreditamos também que as TDIC têm grande potencial para que o professor saia do isolamento e perceba-se produtor de conhecimento, como também integrante de um coletivo de pensamento. Além disso, as circulações potencializadas por tais recursos podem fazer com que se perceba a existência de outros coletivos e a existência de diferentes estilos de pensamento ao longo da história, encorajando mudanças e renovações na prática docente, bem como instrumentalizando o olhar para perceber e enfrentar as complicações presentes na prática cotidiana.” (LEONEL, 2015, p. 64)

Leonel (2015) com relação à formação e atuação dos professores, fala da importância da apropriação criativa das tecnologias com a devida reflexão sociopolítica sobre os usos das mesmas:

Tanto a formação quanto a atuação dos professores precisam levar em consideração a necessidade de “construir novas formas de educação voltadas para a apropriação criativa das tecnologias, sem deixar de construir conhecimento novo que fundamente a reflexão sobre as relações entre tecnologia e sociedade e, especificamente, uma sociopolítica dos usos.” (LAPA; BELLONI, 2012, p.180-181).” (LEONEL, 2015, p.67)

Mazurkiewicz (2012) traz algumas reflexões sobre a redefinição dos papéis dos professores devido às mudanças sociotecnológicas:

“Em futuro próximo, 68% das crianças abaixo de 2 anos utilizarão alguma mídia com tela, em média mais de 2 horas por dia (KAISER FAMILY FOUNDATION, 2003). A

redefinição dos papéis dos professores pelo uso da tecnologia envolve questões como estilos de ensino, necessidade de controle pelo professor, concepções de aprendizagem e a percepção da sala de aula como um sistema ecológico mais amplo, no qual os papéis de professores e alunos estão começando a mudar. Ou seja, a transição do contexto educacional presencial para o virtual não é algo fácil (TAVARES, 2000).” (MAZURKIEVICZ, 2012, p.89)

Para Mazurkiewicz (2012), o professor passaria a ser orientador/mediador junto aos estudantes e co-aprendiz junto aos seus pares:

“Segundo Sherry (apud TAVARES, 2000, p.1), o professor passa a se ver como um orientador, fazendo mediações, apresentando modelos, explicando, redirecionando o foco, oferecendo opções. E, também, como um co-aprendiz, que colabora com outros professores e profissionais. Ou seja, a maioria dos professores ou instrutores que utilizam atividades de ensino mediadas pelo computador prefere assumir o papel de moderador ou facilitador das interações em vez do papel do especialista que transmite conhecimento ao aluno. Sherry (apud TAVARES, 2000, p.1) afirma, ainda, que cabe ao professor decidir seu grau de envolvimento e intervenção nas diversas atividades e contextos de comunicação em rede, optando, por exemplo, por se excluir de discussões e dando mais liberdade para os alunos ou, por outro lado, mantendo uma forte presença na conversação para corrigir, informar, opinar, convidar alunos para participar.” (MAZURKIEVICZ, 2012, p. 81-82)

Mazurkiewicz (2012) alerta para uma formação mais específica para os professores que normalmente não tem formação alguma para utilizar e/ou ensinar tecnologias da informação e comunicação (TIC):

“Ainda como relevante em relação à pesquisa realizada é mencionar que a maioria dos docentes não tem formação específica e não conhece as linguagens e formas de representação do conhecimento possibilitadas pelas TIC. O uso de TIC pode mostrar

detalhes não visíveis em linguagens apenas textuais visto que as pessoas interagem e aprendem de forma diferenciada, face às características e peculiaridades das diferentes mídias suportadas por uma determinada tecnologia.” (MAZURKIEVICZ, 2012, p.173)

Mazurkievicz (2012) ainda alerta para a necessidade de uma formação continuada onde o professor possa se atualizar, discutir conceitos e novos caminhos a serem adotados em sua prática pedagógica:

“Para uma efetiva literacia digital, que atenda os objetivos na formação docente para atuar na EaD devem-se equacionar estratégias efetivas de integração das TIC em múltiplas disciplinas do seu plano de formação, procurando manter não só um equilíbrio entre as dimensões técnica e pedagógica da formação, mas a articulação entre aquelas duas dimensões, bem como procurar identificar junto dos seus formadores as necessidades de habilitações específicas e atuar de modo a encontrar estratégias que permitam fazer face a essas necessidades. [...] Entende-se que neste contexto está a importância da formação do professor, principalmente do indivíduo que não teve contato com as especificidades da EaD. Atitudes como disponibilizar conteúdos via web e TIC, desenvolver habilidades de ação exploratória e criativa podem ser caminhos para subsidiar a própria formação e as atividades pedagógicas, criando uma cultura de pesquisador de sua prática, na busca por organizar informações que possam incentivar o aperfeiçoamento de suas ações pedagógicas. A aprendizagem ao longo da vida é uma máxima da sociedade em que vivemos a que os professores não estão alheios. Para além da formação inicial, os professores, ao longo da sua carreira, devem procurar recursos de formação fundamental para que possam agregar conhecimentos e se atualizar. (MAZURKIEVICZ, 2012, p. 174)

Miquelin (2009) também alerta para a necessidade dos professores complementem suas formações, seja com conhecimentos humanísticos ou eminentemente tecnológicos, pois ele percebe que não há uma educação verdadeiramente tecnológica sem a compreensão da sua complexa relação com a sociedade:

“Como os resultados demonstram a maioria dos professores não possuíram em suas formações iniciais subsídios para compreender essas tecnologias nas suas práticas, e pouco, tiveram recebido em suas formações continuadas, ocasionando um entrave em relação à sistematização, compreensão e transformação das práticas educacionais estabelecidas até hoje [...] .De modo geral, apesar da presença das tecnologias nos meios escolares, o Estado (limitando seu papel a compra de equipamentos) interveio pouco na implementação desses meios, e conseqüentemente, sua utilização tem sido diminuta como mostram os professores quando indagados no questionário. [...] Assim surge um quadro em que os meios tecnológicos comunicativos adentraram as paredes da escola, mas não adentraram com a mesma intensidade ao mais importante: as práticas pedagógicas desses professores com seu potencial maximizado.” (MIQUELIN, 2009, p.159)

Nas suas conclusões, Müller (2012) destaca a importância da formação continuada do professor, além de proporcionar melhores condições estruturais das escolas:

“Pode-se cobrar do professor a prática pedagógica inovadora, mas é necessário rever as condições de trabalho e à formação da maioria dos profissionais, atualmente, o incentivo ao docente aperfeiçoar-se a níveis de mestrado e doutorado parece estar pouco presente para profissionais que atuam no ensino fundamental e médio, pois segundo o que se percebe através das resoluções e estímulo no plano de carreira, é praticamente nulo, dando importância somente à licenciatura plena. Também, as difíceis condições estruturais dos prédios das maiorias das escolas como construções antigas precisando de reformas e mais espaços, melhores condições de higiene.” (MÜLLER, 2012, p.137)

Oliveira (2017) defende que a formação dos professores em tecnologia fica facilitada se for de forma colaborativa, com seus colegas:

“A colaboração entre os pares durante a formação cria oportunidades para que os professores em formação se beneficiassem do conhecimento e da ampla gama de

experiências dos colegas. Como resultado desse processo colaborativo, os professores e futuros professores aumentam seus conhecimentos e habilidades (SO, KIM, 2009; ANSYARI, 2015). Assim, as discussões entre os colegas de formação são apontadas na literatura (ALLAN et al., 2010; KAFYULILO, 2010; JIMOYIANNIS, TSIOTAKIS, ROUSSINOS, 2011) como um aspecto importante na formação, uma vez que possibilita o compartilhamento de diferentes pontos de vista sobre as TDIC e sua integração no processo de ensino e aprendizagem. [...] Há na literatura uma compreensão de que colaborativamente os sujeitos que participam dos programas de formação são capazes de fazer conexões mais íntimas entre conteúdo, pedagogia e tecnologia (SO, KIM, 2009; ANSYARI, 2015). Essa compreensão faz com que a colaboração entre os pares seja uma prática comum nas formações de professores apresentadas na literatura (SO, KIM, 2009; ALLAN et al., 2010; KAFYULILO, 2010; JIMOYIANNIS, TSIOTAKIS, ROUSSINOS, 2011; ANSYARI, 2015).” (OLIVEIRA, 2017, p. 99-100)

Outro aspecto ressaltado no trabalho de Oliveira (2017) consiste na valorização das narrativas pessoais do educador, podendo ser elas mesmas fontes de inspiração e aprendizado para os colegas:

“As narrativas pessoais apresentam um forte potencial na formação de professores, sendo que o framework TPACK pode ser um dos possíveis quadros teóricos para orientar os professores a fazer a sistematização de suas experiências durante a formação. Quando os professores relatam suas práticas e experiências educacionais, suas narrativas expressam uma parte importante do conhecimento pedagógico, tecnológico e de conteúdo do educador (SUÀREZ, 2007; TAI, CHUANG, 2012; TAI, 2013). Suàrez (2007) e Porrás-Hernández e Salinas-Amescua (2013) sugerem que essas experiências sejam compartilhadas com os colegas, permitindo uma reflexão conjunta e possibilitando uma modificação das crenças dos professores, de acordo com o modelo de formação de professores.” (OLIVEIRA, 2017, p.100)

Pinheiro (2005), apesar de defender a utilização da abordagem CTS nas escolas, ressalta a necessidade de se avaliar como isso é realizado:

“Alguns pontos que precisam ser previamente avaliados quando pretendemos trabalhar sob o enfoque CTS são ressaltados por Santos e Mortimer (2000). Um deles é a utilização dos modelos curriculares de outros países. Comentam os autores que muitas vezes esses modelos são transferidos para nossa realidade sem a devida contextualização local, ou seja, sem considerar as necessidades de cada realidade, os problemas existentes, a ciência e tecnologia advinda de cada país. Outro problema enfrentado é a formação de professores. São poucas as instituições no Brasil que têm alguma linha de pesquisa voltada para o enfoque CTS, o que faz com que a grande maioria de professores não possa ter acesso a esse tipo de trabalho. A formação disciplinar também é um problema que não condiz com a necessidade interdisciplinar do enfoque CTS. Nem nossos docentes nem nossos alunos foram ou estão sendo formados dentro da perspectiva da interdisciplinaridade, o que torna os objetivos do enfoque CTS algo que exige bastante reflexão antes que se possa agir. [...] Cabe ressaltar que o enfoque CTS que venha a ser inserido nos currículos é apenas um despertar inicial no aluno, com o intuito de que ele possa vir a assumir essa postura questionadora e crítica num futuro próximo. Isso implica dizer que a aplicação da postura CTS ocorre não somente dentro da escola, mas também extramuros.” (PINHEIRO, 2005, p.47-48)

Schiller (2011) destaca algumas dimensões da formação dos professores:

“[...] Belloni (2001) defende que a formação de professores incorpora três dimensões: a pedagógica, a tecnológica e a didática. A dimensão pedagógica diz respeito aos conhecimentos dos processos de ensino e aprendizagem, provenientes da psicologia, ciências cognitivas e ciências humanas. [...] A dimensão didática, segundo Belloni (2001), se refere ao conhecimento específico para o professor de determinado campo ou área. Esse conhecimento precisa ser atualizado, tanto no aspecto da evolução da disciplina, como no aspecto que diz respeito à utilização dos materiais didáticos com suportes técnicos, completa a autora. Assim, a dimensão didática relaciona-se

diretamente com a última dimensão, a tecnológica. Muito mais do que a mera utilização dos aparatos tecnológicos, a dimensão tecnológica abarca a avaliação e a seleção de materiais. Entretanto, isso não representa colocar os professores como meros consumidores de materiais didáticos, pois esta dimensão os chama também a serem autores e elaboradores de estratégias para a utilização dos recursos disponíveis. Ou seja, a dimensão tecnológica “abrange as relações entre tecnologia e educação em todos os seus aspectos” (BELLONI, 2001, p. 88).” (SCHILLER, 2011, p.45

Schwertl (2016) destaca o impacto da disciplina de CTS em sua formação e suas reflexões sobre a ECT e a importância da formação dos professores:

“Nessa rota, uma aproximação efetiva ao campo de estudos CTS, por meio da participação na disciplina ‘CTS – Questões Contemporâneas’, ministrada pelo professor Walter Antonio Bazzo, conduziu a estudos e reflexões que trouxeram a certeza de que a renovação dos cursos de engenharia requer de todos os professores da área tecnológica a percepção da relevância de os alunos desenvolverem reflexões críticas acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. [...] Tal posicionamento advém, então, do reconhecimento de que a responsabilidade de todo professor da área tecnológica perpassa, também, a contribuição para que, ao longo de sua formação, os estudantes reflitam sobre o fato de que muitas questões políticas, sociais, econômicas e ambientais enfrentadas pelo mundo contemporâneo têm estreita relação com os avanços da ciência e da tecnologia e problematizem esse fato. [...] Mais do que um desafio, defendo que encontrar caminhos para concretizar a tarefa que se coloca aos professores da área tecnológica se torna imperativo no contexto do crescimento atual da educação superior e das tendências crescentes de desenvolvimento do país, onde a demanda por mão-de-obra qualificada em áreas como a engenharia ascende e recebe incentivo de políticas públicas. [...] Ressalto, igualmente, que a vivência no contexto do ensino de engenharia e o engajamento a esse contexto conduziram, também, ao entendimento de que a execução da tarefa e da responsabilidade que se impõe aos professores da área tecnológica e o seu alcance

perpassam pela superação de obstáculos epistemológicos, pedagógicos e estruturais.”  
(SCHWERTL, 2016, p. 29-30)

Com a inclusão dos recursos tecnológicos no cotidiano das escolas, Souto (2013) indica uma mudança na formação e no papel do professor:

“Dessa forma, o desafio não é por uma pedagogia do equipamento e sim por uma cultura digital presente nos currículos, nos conteúdos e no cotidiano da escola, não como um acessório nos processos educacionais (PRETTO, 2013). [...] Diante disso, o desafio está posto, tanto para as políticas públicas, quanto para os professores. Isto requer que o acesso à tecnologia seja fundamental, porém, para que este investimento provoque alterações significativas nas questões estruturais da educação, ele precisa ser qualificado (PRETTO; ASSIS, 2008). E ser qualificado implica em políticas públicas que pensem as concepções filosóficas, pedagógicas e tecnológicas juntas. Assim como, é necessário entender que a formação de professores demanda de um programa de fortalecimento dos professores (salário, formação e condição de trabalho) (PRETTO, 2013). Somente assim haverá possibilidades do professor assumir o seu novo papel, o de mediador entre o indivíduo e o conhecimento na cultura digital, deixando de lado o papel de detentor único e legítimo do conhecimento [...]” (SOUTO, 2013, p. 37-38)

## **SOBRE A TECNOLOGIA**

Aqui um panorama geral do que foi encontrado no núcleo de análise sobre tecnologia.

### **A visão dos autores sobre tecnologia**

Com relação à concepção de tecnologia, a grande maioria dos autores considera tecnologia como artefato ou sistema de artefatos. Embora vários autores identifiquem a tecnologia como um construto social, como manifestação da criatividade humana, ainda identificam a tecnologia como um artefato ou sistema de artefatos, sejam eles digitais ou não.

Bocheco é o único autor que realmente identifica todas as concepções de tecnologia expostas por Mitcham, sendo o aspecto volitivo claramente identificado.

## **Tecnologia e ciência**

Bocheco (2011) e Geremias (2016), deixam claro em suas pesquisas que se faz necessária a diferenciação entre ciência e tecnologia, para que estes campos do conhecimento, ainda que relacionados, são interdependentes. Segundo eles, a própria concepção de tecnologia como subproduto ou aplicação da ciência, ou que exista uma hierarquia entre elas é danosa. Ambos defendem uma melhor discussão desta diferenciação na sociedade, principalmente numa educação mais crítica.

O trabalho de Franke (2014) que pesquisou nas escolas de ensino médio as percepções dos alunos sobre ciência e tecnologia revelam a dificuldade de diferenciação das mesmas, os estudantes percebiam a tecnologia como produtos e tinham dificuldades em conceituá-la. Em Miquelin (2009) a tecnologia é mencionada como subproduto da ciência ou como ciência aplicada. E Müller (2012) em seu trabalho defende uma indissociabilidade entre ciência e tecnologia, no entanto, não as diferencia.

## **A cegueira sobre tecnologia**

Os únicos autores que realmente identificaram e evidenciaram a cegueira sobre a tecnologia foram Bocheco (2011) e Geremias (2016). Eles descreveram as diferenças entre ciência e tecnologia e observaram o emudecimento do “T” na sigla CTS (a cegueira quanto à educação tecnológica). Eles apontaram alguns possíveis motivos para esse emudecimento: (1) a ênfase dada aos estudos entre ciência e sociedade; (2) quando estudam tecnologia, dão a entender que os questionamentos seriam os mesmos (o que não está correto) e (3) a visão da tecnologia como ciência aplicada. Essas seriam as melhores hipóteses para o silenciamento. Ambos os autores destacam as consequências negativas disso para a educação tecnológica, criticando a forma como está sendo realizada a abordagem CTS.

## **SOBRE TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Nesta seção, um panorama dos resultados do núcleo de análise tecnologia e sociedade.

### **Tecnologia e sociedade**

Bocheco (2011) explicou, com muita clareza, vários aspectos do enfoque CTS, explorando as várias relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Carvalho Neto (2006) adotou um posicionamento alinhado às ideias de Vygotsky, onde sociedade e tecnologia são inseparáveis. Franco-Avellaneda (2013) apoiado pelos Estudos Sociais da Tecnologia (CTS) afirma que tecnologia é uma construção social e vai além, afirmando que tecnologia é sociedade. Para Franke (2014) tecnologia e sociedade vivem uma relação condizente com o materialismo dialético de Marx em que as tecnologias caracterizam épocas do desenvolvimento social. Geremias (2016) apoiou-se nas ideias da TCT (teoria crítica da tecnologia) de Feenberg, não defendendo uma postura nem tecnófila nem tecnófoba, mas uma postura em que vários caminhos são possíveis e que devemos trabalhar por um maior controle social. Jacinski (2012) e Maurici (2017) adotam uma perspectiva sociotécnica para lidar com a relação entre tecnologia e sociedade e transcender o determinismo tecnológico. Para Mazurkiewicz (2012), Miquelin (2009) e Schiller (2011) as tecnologias alteram e inovam as relações sociais.

Roso (2017) após fazer uma extensa análise sobre as perspectivas CTS, coloca-se alinhado à vertente PLACTS (Pensamento Latino Americano em CTS), e, citando a contribuição de Auler e Delizoicov, indicou a possibilidade de uma sociedade traçar um caminho alternativo quanto ao desenvolvimento de CT, que não necessariamente siga interesses de outros contextos (outras sociedades, outros países, outras realidades). Também se alinhou às ideias de Paulo Freire e defendeu o compromisso dos técnicos com o conhecimento da realidade em que a sociedade está inserida e que, a práxis do técnico, possibilitaria a identificação de obstáculos para serem transpostos junto à comunidade.

Fronza (2016) destacou a importância em se estudar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e o processo civilizatório na formação dos estudantes e dos professores, possibilitando uma resistência ao poder hegemônico que determina o sistema social. Para Souto (2013), o deslumbramento e fascínio pelos recursos tecnológicos na cultura contemporânea pode estar atuando como uma pedagogia cultural, sendo uma forma mais sofisticada de centralização de poder e de controle da sociedade. Müller (2012) destacou a necessidade que se torne evidente, especialmente aos nossos estudantes do ensino fundamental, a não neutralidade na ciência e na tecnologia e, que as escolhas realizadas são decisões políticas, que constantemente transformam nossa sociedade e toda escolha tem consequências. Teixeira (2014) também se posiciona criticamente à tecnologia quando se fala na relação desta com a sociedade, reconhecendo a tecnologia como um processo carregado de valores, que podem gerar consequências positivas e negativas, dependendo dos indivíduos e dos contextos de apropriação. Fronza (2016) fez reflexões pertinentes à relação entre tecnologia e poder, concorrendo para um processo de desumanização e o risco à sobrevivência da própria sociedade humana. Pinheiro (2005) descreveu as origens dos estudos CTS e, apontou para a necessidade de se promover a participação pública dos cidadãos nas decisões que orientam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, inclusive como forma de se preservar a democracia na solução dos problemas.

### **Tecnologia, sustentabilidade e outras questões éticas**

Para Maurici (2017) o discurso da sustentabilidade é recorrente em pesquisas no âmbito da educação em ciências e tecnologia sob o enfoque CTS, em que as discussões giram em torno da problemática relacionada aos impactos do crescimento econômico no meio socioambiental. Bocheco (2011) trouxe reflexões sobre a tecnologia no processo civilizatório e suas consequências com relação à sustentabilidade, e defendeu uma educação tecnológica mais

crítica para que a sociedade seja mais consciente das suas escolhas. Müller (2012) aponta que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia aumentou o consumismo, estimulado pelo modelo econômico, daí a necessidade de repensar as questões sobre o acesso às benesses e as atitudes humanas perante a natureza. Oliveira (2017) destacou a importância de se conhecer ciência e tecnologia como não neutras e carregadas de ideologias para que a sociedade não seja ingênua em suas decisões, entre elas, aquelas ligadas ao meio ambiente. Fronza (2016) realizou uma análise sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e relatou algumas preocupações concernentes ao comportamento individualista e consumista da sociedade, que, aliados à exploração dos recursos naturais, atentam à preservação da vida. Esse comportamento também preocupa Miquelin (2009) que, em seu trabalho, também mostra preocupação com relação às relações entre tecnologia e os interesses econômicos, levando perigo à vida em nosso planeta. Até aqui todos se colocam a favor de uma educação tecnológica mais crítica para mudar uma realidade de consumismo inconsciente, que leva o planeta Terra a condições inviáveis para a vida como conhecemos. A indignação de parte da sociedade perante essa realidade decadente, segundo Schwertl (2016), os agravamentos dos problemas ambientais e a utilização dos conhecimentos em CT para fins não pacíficos, alavancaram a inserção dos estudos CTS nos currículos das escolas.

As relações entre tecnologia, ciência e sociedade desencadearam várias questões éticas, não somente as ambientais. Bocheco (2011) trouxe questões éticas sobre o determinismo social e a normatividade tecnológica nas relações entre tecnologia e sociedade. Caetano (2011) também contribuiu para as reflexões sobre tecnologia e ética, sendo que os estudos de caso devem trazer contribuições de campos diversos como sociologia, filosofia, epistemologia e outros. Fronza (2016) discutiu sobre a tecnologia atuando nas relações éticas entre sociedade e ambiente, e como o desenvolvimento tecnológico caminha lado a lado com problemas éticos como racismo e desigualdade social no processo civilizatório.

## **SOBRE TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO**

### **A visão sobre educação**

A prática pedagógica está longe de ser considerada simples. Mazurkiewicz (2012) recorreu às ideias de Edgar Morin quando tratou da complexidade no processo educativo e, afirmou que esta complexidade ainda não foi compreendida porque a educação ainda se faz compartimentalizada. Apesar da complexidade do tema, as práticas pedagógicas dos autores pesquisados tiveram convergências interessantes. Caetano (2011) defendeu a educação, assim como a formação dos professores como disciplinadora do olhar. Carvalho Neto (2006) defendeu uma visão histórico-cultural sobre educação, alinhada às ideias de Vygotsky, onde o processo de educação/aprendizagem acontece pela práxis, uma articulação dialética entre teoria e prática, sendo mutuamente constitutivas. Para Teixeira (2014) uma boa prática pedagógica é aquela que se configura em aprendizagem significativa, crítica, criativa e contextualizada, que escuta a voz e inclui a participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem. Franke (2014) alinhou sua concepção de educação aos pressupostos de Vygotsky e Freire, considerando o papel emancipador da educação, onde todos os atores têm papel ativo na transformação de si e da sociedade em que vivem. Souto (2013) valeu-se dos pressupostos de Paulo Freire e das ideias de Giroux, afirmando que uma educação só tem significado se for dialógica e problematizadora, pois isto cria condições para uma educação emancipadora que venha a promover a liberdade, aquela que defendemos como uma educação de qualidade, como pedagogia renovada. Essa postura também é adotada por Miquelin (2009), que adotou uma postura freireana para a educação, e por Pinheiro (2005), que ressaltou uma visão sobre educação que desenvolva uma visão crítica nos estudantes. Araújo (2014) apresentou o teatro como uma tecnologia de educação e, percebendo a ciência e o teatro como construtos humanos, defendeu o teatro como uma possibilidade de estratégia educacional e de transformação social.

## **Educação tecnológica crítica**

Caetano (2011) defendeu a introdução da abordagem CTS nas escolas como forma de se trabalhar criticamente com educação em tecnologia. Geremias (2016) refletiu sobre o ensino de tecnologia na América Latina afirmando que, apesar do ensino de tecnologia estar presente em reformas curriculares, ainda há muito que se percorrer para uma formação cidadã. Jacinski (2012) propôs para a educação tecnológica um redimensionamento do tema da cidadania e democracia a partir do olhar sociotécnico, onde tecnologia e sociedade estão imbricadas. Maurici (2017) propõe a construção de uma ECT transformadora da sociedade como alternativa à outra que tem caráter puramente mercadológico, defendendo uma escola pública que auxilie os estudantes em seu papel ativo e transformador de suas realidades. Bocheco (2011) evidenciou uma relação interessante entre a abordagem CTS e Paulo Freire, defendendo uma leitura mais crítica da realidade, alcançável por uma educação tecnológica mais crítica. Isso também é corroborado por Corrêa (2016), afirmando que os atores do processo de educação e aprendizagem são ativos na construção dos conhecimentos e agentes transformadores da realidade. Para essa transformação, Fronza (2016) se alinhou ao pensamento de Bazzo, defendendo uma educação tecnológica mais crítica e desobediente.

## **A importância da formação dos professores em tecnologia**

A pesquisa de Caetano (2011) sobre os cursos superiores de tecnologia diagnosticou várias concepções ingênuas dos professores sobre o que seria tecnologia. Geremias (2016), alertou sobre a importância de se educar para compreender os processos de inovação tecnológica como sedimentação de lutas sociais no campo político, e assim transcender a racionalidade técnica; citando as ideias de Feenberg e Molina, exaltou a importância de se estudar, discutir, os discursos sobre tecnologia, e as relações de poder ali presentes durante a formação dos professores em ECT. Isto também é defendido por Fronza (2016), que trouxe em seu trabalho o que seria uma formação continuada ideal. Miquelin (2009) alertou para a

necessidade dos professores complementarem suas formações, seja com conhecimentos humanísticos ou eminentemente tecnológicos, pois ele percebe que não há uma educação verdadeiramente tecnológica sem a compreensão da sua complexa relação com a sociedade. Mazurkiewicz (2012) alertou para a necessidade de uma formação continuada onde o professor possa se atualizar, discutir conceitos e novos caminhos a serem adotados em sua prática pedagógica. Schiller (2011) elabora detalhes sobre as dimensões pedagógica, tecnológica e didática da formação dos professores.

Müller (2012) trabalhou com a perspectiva CTS na educação na sua pesquisa. Schwertl (2016) se alinhou aos pressupostos de Aikenhead e às ideias de Bazzo e Pereira quanto aos objetivos da abordagem CTS nos currículos, principalmente na educação tecnológica; destacou o impacto da disciplina de CTS em sua formação e elaborou suas reflexões sobre o ECT e a importância da formação dos professores. No entanto, Pinheiro (2005), apesar de defender a utilização da abordagem CTS nas escolas, ressaltou a necessidade de se avaliar como isso é realizado.

Mazurkiewicz (2012) trouxe algumas reflexões sobre a redefinição dos papéis dos professores devido às mudanças sociotecnológicas, onde o professor passaria a ser orientador/mediador junto aos estudantes e co-aprendiz junto aos seus pares. O que também foi apontado por Oliveira (2017) para quem a formação dos professores em tecnologia torna-se facilitada se acontecer de forma colaborativa, com seus colegas e, para tanto, apontou para a valorização das narrativas pessoais do educador, podendo ser elas mesmas fontes de inspiração e aprendizado para os colegas. Quanto à formação coletiva, Leonel (2015), apoiou-se na epistemologia de Ludwik Fleck e apontou as TDIC (tecnologias digitais de informação e comunicação) como alternativas válidas para que professores saiam do isolamento, formando *coletivos de pensamento* (conceito Fleckiano), resultando em uma atualização das formações, transformações dos *estilos de pensamento* (conceito Fleckiano).

Souto (2013) indicou mudanças na formação e no papel do professor com a inclusão dos recursos tecnológicos no cotidiano das escolas. Quanto a essa inclusão, Leonel (2015), além de trazer algumas reflexões sobre quais seriam as necessidades de uma escola nesta sociedade da cultura digital, trouxe reflexões sobre a importância da apropriação criativa das tecnologias com a devida reflexão sociopolítica sobre os usos das mesmas. Müller (2012) além de destacar a importância da formação continuada do professor, alertou para a necessidade de melhorias nas condições estruturais das escolas.

## CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Quando perguntado sobre o que mais o surpreende na humanidade,  
o Dalai Lama respondeu:*

*“O homem. Porque ele sacrifica sua saúde a fim de ganhar dinheiro. Em seguida, sacrifica o dinheiro para recuperar sua saúde. E então está tão ansioso sobre o futuro que não desfruta o presente. O resultado é que ele não vive nem no presente nem no futuro. Ele vive como se nunca fosse morrer, e depois morre sem nunca ter realmente vivido.”*

*(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

Se esta pesquisa tivesse que responder unicamente à questão: “PPGECT, o que é tecnologia?” A resposta seria: “Um artefato, ou conjunto de artefatos, produtos da ciência e, portanto, construtos sociais, que trazem muitas benesses e também muitos problemas socioambientais.” Esta seria uma resposta bem resumida do que foi encontrado nos trabalhos selecionados do PPGECT. Essa pergunta era uma somente provocação inicial, mas que deu sentido às várias análises seguintes.

Como revelado acima, com relação à concepção de tecnologia, Bochecho é o único autor que realmente identifica todas as concepções de tecnologia expostas por Mitcham, com destaque para o aspecto volitivo da tecnologia claramente identificado. Todos os outros, ainda que considerem a tecnologia como um construto social, a tratam como um artefato ou sistema de artefatos. Este resultado aponta para uma necessidade maior para a incursão de uma matéria ou discussões específicas da filosofia da tecnologia dentro dos cursos de formação de professores e pesquisadores em ECT.

São poucos os trabalhos que diferenciam ciência e tecnologia, que elucidam sua interdependência e o que isso implica no processo da educação tecnológica. Muitos trabalhos apresentam uma cegueira quanto à educação tecnológica, mascarando-a como educação científica e tecnológica. Quando falam em ET, geralmente falam sobre tecnologias em

educação, ou tecnologias de educação e não em educação tecnológica. Falam somente da educação científica e tratam da tecnologia funcionalmente como um meio, uma mídia, e estruturalmente, como sendo artefato ou sistema de artefatos. Essa dificuldade também foi apontada pelos trabalhos aqui levantados, dos grupos de pesquisa do professor De Vries e do professor Bazzo. Dois trabalhos, Bocheco (2011) e Geremias (2016), diferenciaram ciência e tecnologia apropriadamente, dois entre trinta e três, que foram selecionados entre mais de trezentas produções de egressos do PPGECT. Quais seriam os possíveis motivos para isso? Algumas pistas já foram relatadas: a consideração da ciência como hierarquicamente superior; a tecnologia como subproduto da ciência; a discussão de problemas da ciência e da tecnologia como se fossem os mesmos. Certamente essa discussão sobre a diferenciação entre ciência e tecnologia deve ser realizada com mais frequência na formação de pesquisadores e professores em ECT.

Quanto à formação dos professores, todos os trabalhos destacaram a importância e demonstraram interesse na formação dos professores em ECT (ainda que nem todos tratassem da ET especificamente). Os resultados dos trabalhos analisados apontaram para a necessidade de uma melhor formação dos professores, que, em sua maioria não apresentavam segurança para conceituarem tecnologia ou para sustentarem seus argumentos sobre as relações entre tecnologia, ciência e sociedade e os problemas éticos presentes nestas relações. Os trabalhos apontaram que os professores pesquisados não tinham conhecimento ou vivência tecnológica suficiente, ou formação nas áreas de humanas o suficiente para argumentar. A conclusão que podemos tirar disso é que existe uma grande dificuldade, e, portanto, oportunidade para a melhoria da formação profissional dos professores em ECT. Esse resultado também acorda com os trabalhos de De Vries e Bazzo. Todos defendem uma formação continuada dos professores como sendo de grande importância. O grupo de De Vries comenta a respeito da necessidade da inclusão de uma especificidade cultural (local) dos problemas a serem discutidos. Nesta mesma direção, o grupo do professor Bazzo defende uma formação mais direcionada às realidades do Brasil e da América Latina, salientando a importância de uma formação crítica em ECT. Esse direcionamento ficou expresso claramente em vários trabalhos dos pesquisadores oriundos do PPGECT / UFSC.

Esta pesquisa certamente tem limitações. A própria seleção dos trabalhos pode apresentar falhas (e apresentou algumas). Relembrando a referência metodológica de Bakhtin, a leitura dos trabalhos selecionados e a escolha de quais trechos a serem destacados são resultantes da complexa relação entre o texto, os signos presentes neste e o leitor, resultando em significados para este. Assim, uma análise ou metanálise sempre implicam em limitações. Apontar sobre o trabalho de outro é apontar para si. Então, o autor, como um ser humano em contínua formação, sujeito a limitações, admitindo sua ignorância, também se revela um contínuo aprendiz.

Uma das falhas da seleção, considerada uma “falha feliz”, foi a seleção do trabalho de Civiero (2016), que pesquisou sobre Educação Matemática Crítica. Esta pesquisa, que não trata da Educação Tecnológica. Civiero (2016) foi a única que claramente citou o estudo das variáveis da equação civilizatória do professor Bazzo. Ainda que tenha sido citado em vários trabalhos por várias vezes, esta teoria não foi diretamente citada, ficou escondida nos termos CTS e TS (tecnologias sociais). Talvez por ainda ser um termo recentemente novo, considera-se que o estudo das variáveis da equação civilizatória vai ser mais citado em trabalhos vindouros.

Durante o levantamento dos referenciais teóricos, Eijck e Claxton (2008) apontaram o grande potencial da Teoria da Atividade (de Leontiev) para o estudo da tecnologia, principalmente no campo epistemológico. Apesar de não ter sido citada em nenhum dos trabalhos, o autor da presente pesquisa considera um campo promissor para futuras pesquisas.

Nenhum trabalho sequer se referiu à Bioeconomia de Georgescu-Roegen, como também não questionaram a fundo a utilização do termo sustentabilidade. Isso talvez possa advir de uma falta de conhecimento em teoria econômica, principalmente a bioeconomia.

Apesar de todos os trabalhos selecionados do PPGECT ressaltarem a complexidade das relações entre tecnologia, ciência e sociedade, apenas Fronza (2016) e Mazurkiewicz (2012) se referiram à Teoria da Complexidade (de Edgar Morin). Talvez isso se deva à força dos estudos CTS e pouco conhecimento ou interesse pela Teoria da Complexidade. Esta teoria pode abrir novos caminhos para o ensino e a pesquisa em ECT.

A partir de todas as análises realizadas, esta pesquisa percebe nos trabalhos dos egressos do PPGECT a defesa de uma educação mais crítica em ciência e tecnologia e uma preocupação genuína sobre a formação dos professores e a melhoria das escolas. Os autores demonstraram inúmeras formas de análise, resultados e de referenciais teóricos apontando para isso. Entretanto, quanto ao conceito de tecnologia, à diferenciação entre ciência e tecnologia e, por consequência, a diferenciação entre educação científica e tecnológica, os autores deixaram a desejar. Então, esta pesquisa sugere fortemente que o PPGECT estimule uma discussão maior sobre esses temas, sejam em disciplinas já existentes ou que seja criada alguma disciplina específica (possivelmente obrigatória) sobre educação tecnológica ou filosofia da tecnologia.

Espera-se que esta pesquisa sirva para reflexões não somente sobre tecnologia, ou ensino em tecnologia, mas, que traga reflexões para a vida e para as questões éticas às quais o ser humano está sujeito a todo momento. Que também sirva como referência para futuros estudos envolvendo Educação Tecnológica, tão emudecida e tão necessária nos dias que vivemos e nos próximos que virão.

*Todos os dias, pense quando você acordar,  
hoje tenho a sorte de estar vivo,  
eu tenho uma preciosa vida humana,  
não vou desperdiçá-la.*

*(Tenzin Gyatso, 14º Dalai Lama)*

## REFERÊNCIAS

BAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, LT do V.; BAZZO, JL dos S. **Conversando sobre educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2 ed. 2016 (a).

BAZZO, Walter Antonio. Ponto de ruptura civilizatória: a pertinência de uma educação “desobediente. CTS: **Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad**, v. 11, n. 33, p. 73-91, 2016 (b).

BAZZO, Walter Antonio. Uma nova equação civilizatória: a necessidade do entendimento CTS na Educação em Engenharia. **V Seminário Iberoamericano CTS**. Aveiro: Portugal, 2016 (c). Disponível em <[www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-ciencia-y-la-sociedadhacia-una-nueva-ecuacion](http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-ciencia-y-la-sociedadhacia-una-nueva-ecuacion)> Acesso em 25/12/2019.

BAZZO, Walter Antonio. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. Editora UFSC, 3 ed. 2019.

BAZZO, Walter Antonio. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, 2018.

BAZZO, Walter Antonio; VON LISINGEN, Irlan; DO VALE PEREIRA, Luiz Teixeira. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade: eo contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BREY, Philip. Constructive philosophy of technology and responsible innovation. In: **Philosophy of technology after the empirical turn**. Springer, Cham, 2016. p. 127-143.

BUNGE, M. **Epistemologia**. São Paulo: Queros/Edusp, 1980.

CASTI, John. **O colapso de tudo**. Editora Intrinseca, 2012.

CAVALCANTI, Clóvis. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos avançados**, São Paulo , v. 24, n. 68, p. 53-67, 2010 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142010000100007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100007&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 20 Nov. 2018.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100007>.

CUPANI, Alberto. **Filosofia da tecnologia: um convite**. Editora UFSC, 3 ed. 2017.

CUPANI, A. El interés epistemológico de la tecnología. In: MENNA, S. (ed.) **Estudios Contemporáneos sobre Epistemología**. Córdoba (Arg): Jorge Sarmiento ed., 2008, p. 9-28.

(Texto fornecido pelo autor, sem datação).

DE VRIES, Marc J. Philosophy of Technology: Themes and Topics. **Handbook of Technology Education**, p. 1-10, 2017.

DE VRIES, Marc J. **Handbook of technology education**. Springer International Publishing AG, 2018. <<https://doi.org/10.1007/978-3-319-44687-5>>

DE VRIES, Marc J. **Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers**. Springer, 2005.

DUARTE, Newton. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. **Perspectiva**, v. 21, n. 2, p. 279-301, 2003.

EJICK, M. Van; CLAXTON, N.X. Rethinking the notion of technology in education: Techno-epistemology as a feature inherent to human praxis. **Science Education**. Wiley Periodicals, 2008.

FRANSSSEN, Maarten et al. (Ed.). **Philosophy of Technology after the Empirical Turn**. Springer International Publishing, 2016.

FUKS, Maurício. Reflections on the paradigm of Ecological Economics for Environmental Management. **Estudos avançados**, São Paulo , v. 26, n. 74, p. 105-120, 2012 .

Disponível em : <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142012000100008&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100008&lng=en&nrm=iso)>. acesso em 20 Nov. 2018.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100008>.

GABBAY, Dov M. et al. **Philosophy of technology and engineering sciences**. Elsevier, 2009.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

HARARI, Yuval Noah. **21 lições para o século 21**. Editora: Companhia das Letras, 2018.

IHDE, Don. **Tecnologia e o mundo da vida: do jardim à terra**. Editora da UFFS, 2018.

JONES, Alister; BUNTTING, Cathy; DE VRIES, Marc J. The developing field of technology education: A review to look forward. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 23, n. 2, p. 191-212, 2013.

JUNGES, A.L. ; MASSONI, N.T. O consenso científico sobre aquecimento global antropogênico: considerações históricas e epistemológicas e reflexões para o ensino dessa

temática. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2018, p.455-491.  
Disponível em: <<https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/10345>>

KAPTELININ, Victor; NARDI, Bonnie A. **Acting with technology: Activity theory and interaction design**. MIT press, 2006.

LEITE, José Corrêa. Ecologia, tecnologia e conhecimento. **FACOM**, n.19, 2008, p. 57-68.  
Disponível em <[http://www.fAAP.br/revista\\_faap/revista\\_facom/facom\\_19/josecorrea.pdf](http://www.fAAP.br/revista_faap/revista_facom/facom_19/josecorrea.pdf)>

MACHADO, Irene A.. **Texto como enunciação. A abordagem de Mikhail Bakhtin**.  
Língua e Literatura, n. 22, p. 89-105, 1996.

MARQUES, C.A. **Tópico 7** in: Material didático para a disciplina de sustentabilidade ambiental e ensino de ciências (não publicado). PPGECT, UFSC, 2018.

MORRISON-LOVE, D. Towards a transformative epistemology of technology education. **Journal of Philosophy of Education**, v.51, n.1, 2017.

MITCHAM, Carl. **Thinking through technology: The path between engineering and philosophy**. University of Chicago Press, 1994.

ONU. Roteiro para a localização dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2017/06/Roteiro-para-a-Localizacao-dos-ODS.pdf>>

ONU. United Nations World Commission on Environment and Development. Our common future. **The Brundtland Report**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>

ORTEGA Y GASSET, José. **Meditación de la técnica**. Revista de Occidente Madrid: 1964.. 166 p., 5. ed.

ORTEGA Y GASSET, José. **Meditação da técnica**. Rio de Janeiro: Livro Ibero-Americano, 1963.

United Nations World Commission on Environment and Development. Our common future. **The Brundtland Report**. 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>>

RICARDO, Elio Carlos; CUSTÓDIO, José Francisco; REZENDE JUNIOR, M. F. A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2007.

ZARE, R. N. The power of the question. **C&EN**, 86(28), 2008.



## ANEXO I - Lista dos trabalhos filtrados:

	Teses e dissertações do PPGECT - UFSC
1	ARAUJO, G. A. DE D. <b>O teatro na educação científica e tecnológica : sentidos, interpretação e produção em uma peça teatral que conta uma história de/sobre ciência</b> , 2014. Dissertação (Mestrado), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129161">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129161</a> >. .
2	BATISTA, A. L. F. <b>Guia para ensino de programação baseado em construção de jogos</b> , 2017. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187055">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187055</a> >. .
3	BOCHECO, O. <b>Parâmetros para a abordagem de evento no Enfoque CTS</b> , 2011. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2011, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95281">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95281</a> >. .
4	CAETANO, S. S. <b>Professores enquanto atores na rede social de elaboração dos currículos do ensino tecnológico de telecomunicações</b> , 2011. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95425">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95425</a> >. .
5	CARDOSO, H. C. <b>Um olhar para a integração de atividades experimentais reais e virtuais segundo a visualização no ensino de ciências</b> , 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/182799">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/182799</a> >. .
6	CARVALHO NETO, C. Z. <b>Espaços ciberarquitetônicos e a integração de mídias por meio de técnicas derivadas de tecnologias dedicadas à educação</b> , 2006. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88225">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88225</a> >. .
7	CIVIERO, P. A. G. <b>Educação matemática crítica e as implicações sociais da ciência e da tecnologia no processo civilizatório contemporâneo: embates para formação de professores de matemática</b> , 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:

	< <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/175795">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/175795</a> >. .
8	CORREIA, R. F. <b>Tecnologias sociais e educação: possibilidades e limites de transformação de sentidos</b> , 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174917">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174917</a> >. .
9	FAGUNDES, A. L. <b>Avaliação de uma hipermídia educacional sobre as fases da lua</b> , 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2014., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128807">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128807</a> >. .
10	FRANCO AVELLANEDA, P. M. <b>Ensamblar museus de ciências e tecnologias: compreensões educativas a partir de três estudos de caso</b> , 2013. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2013., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122939">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122939</a> >. .
11	FRANKE, S. M. P. <b>Experiência de integração do moodle no ensino de física no ensino médio : percepção dos alunos</b> , 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2014, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129134">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/129134</a> >. .
12	FRONZA, K. R. K. <b>Repercussões sociais decorrentes do avanço científico e tecnológico: manifestações curriculares resultantes da intervenção docente</b> , 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167984">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167984</a> >. .
13	GANHOR, J. P. <b>Ciência, tecnologia e o rap: contribuições à educação científica e tecnológica em periferias urbanas</b> , 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169080">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169080</a> >. .
14	GEREMIAS, B. M. <b>Produção de sentidos sobre tecnologia no grupo Observatório da Educação-Ciências: discursos e problematizações</b> , 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/168028">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/168028</a> >. .

15	<p>GESSER, N. J. <b>Registros de representação semiótica e análise de dados em ambiente informático</b>, 2012. Dissertação (Mestrado), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100989">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100989</a>&gt;. .</p>
16	<p>GUAITA, R. I. <b>As atividades experimentais mediadas por novas tecnologias da informação e comunicação em licenciaturas em ciências da natureza: situação-limite e inédito viável</b>, 2015. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2015., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/160631">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/160631</a>&gt;. .</p>
17	<p>JACINSKI, E. <b>Sentidos das interações entre tecnologia e sociedade na formação de engenheiros: limites e possibilidades para repensar a educação tecnológica</b>, 2012. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100813">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/100813</a>&gt;. .</p>
18	<p>LEONEL, A. A. <b>Formação continuada de professores de física em exercício na rede pública estadual de Santa Catarina: lançando um novo olhar sobre a prática</b>, 2015. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2015, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169502">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/169502</a>&gt;. .</p>
19	<p>MAURICI, L. A. D. <b>Sentidos sobre a formação científica e tecnológica a partir dos discursos dos empresários industriais</b>, 2017. Dissertação (Mestrado), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: UFSC. Disponível em: &lt;<a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186400">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186400</a>&gt;. .</p>
20	<p>MAZURKIEVICZ, G. L. <b>Educação a distância e a literacia digital no processo de formação continuada de professores</b>, 2013. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2013, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107595">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107595</a>&gt;. .</p>
21	<p>MIQUELIN, A. F. <b>Contribuições dos meios tecnológicos comunicativos para o ensino de física na escola básica</b>, 2009. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: &lt;<a href="http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103224">http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/103224</a>&gt;. .</p>
22	<p>MOTTA, A. <b>Tecnologias e as competências do docente para atuação em cursos de EAD: o caso IF-SC</b>, 2011. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação</p>

	em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2011, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95041">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/95041</a> >. .
23	MÜLLER, A. E. <b>Educação formal em ciência: a relevância do enfoque CTS no ensino fundamental</b> , 2012. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2012, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/101031">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/101031</a> >. .
24	OLIVEIRA, M. M. DE. <b>Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo na formação de professores na educação científica e tecnológica</b> , 2017. Dissertação (Mestrado profissional), Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186140">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/186140</a> >. .
25	PINHEIRO, N. A. M. <b>Educação crítico-reflexiva para um ensino médio científico-tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático</b> , 2005. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101921">http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101921</a> >. .
26	RAUBER, M. F. <b>Sistema tutor inteligente aplicado ao ensino de ciências: uma proposta de arquitetura</b> , 2016. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/168113">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/168113</a> >. .
27	ROSA, S. DOS S. <b>As tecnologias digitais de informação e comunicação e os processos de reconfiguração de modelos de educação a distância de nível superior</b> , 2014. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2014., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/123226">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/123226</a> >. .
28	ROSO, C. C. <b>Transformações na educação CTS: uma proposta a partir do conceito de tecnologia social</b> , 2017. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2017., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187060">https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187060</a> >. .
29	SCHILLER, J. <b>Ser tutor: percepções de sua prática na EAD</b> , 2011. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2011, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em:

	< <a href="http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94756">http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94756</a> >. .
30	SCHWERTL, S. L. <b>Educação científica e tecnológica em cursos de engenharia com apoio dos espaços sociais da web 2.0</b> , 2016. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2016., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167639">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167639</a> >. .
31	SILVA, M. D. DA R. <b>O ensino de ciências da natureza nos anos iniciais do ensino fundamental a estudantes com cegueira</b> , 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2013., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122691">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/122691</a> >. .
32	SOUTO, I. N. <b>Formação crítica mediada pelas tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino de ciências: a análise de uma experiência nas licenciaturas em Física e Ciências Biológicas</b> , 2013. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2013., Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/130921">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/130921</a> >. .
33	TEIXEIRA, G. G. S. <b>As TDIC na formação inicial de professores de física: a voz dos egressos e licenciandos do curso</b> , 2014. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2014, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: < <a href="https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128859">https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/128859</a> >. .