UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

A CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO APROVADOS NO PNLD DE 2018

Aluna: Glaucileide da Silva Oliveira
Professor orientador: Elio Carlos Ricardo

SÃO PAULO
Janeiro de 2022

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

A CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO APROVADOS NO PNLD DE 2018

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de Concentração: Educação científica, matemática e tecnológica

Orientador: Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo

SÃO PAULO
Janeiro de 2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação
Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

Oc

Oliveira, Glaucileide da Silva
A CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO APROVADOS NO PNLD DE 2018 / Glaucileide da Silva Oliveira; orientador Elio Carlos Ricardo. -- São Paulo, 2022.
95 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Educação Científica, Matemática e Tecnológica) -- Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2022.

1. Educação Tecnológica. 2. Livros Didáticos de Biologia. 3. Ensino de Ciências. 4. Cultura Tecnológica. I. Ricardo, Elio Carlos, orient. II. Título.

Nome: OLIVEIRA, Glaucileide da Silva

Título: A CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO APROVADOS NO PNLD DE 2018

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Aprovado em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo
Instituição: Universidade de São Paulo (USP)
Julgamento:

Profa. Dra. Daniela Lopes Scarpa
Instituição: Universidade de São Paulo (USP)
Julgamento:

Prof. Dr. Mikael Frank Rezende Junior
Instituição: Universidade Federal de Itajubá (UFI)
Julgamento:

“De todo o amor que eu tenho
Metade foi tu que me deu
Salvando minh'alma da vida
Sorrindo e fazendo o meu eu”
(Maria Gadú, cantora e compositora brasileira)

Às mulheres da minha vida, mainha e vovó, que me deram carinho, amor e colo,
mesmo quando eu não sabia pedir.

AGRADECIMENTOS

Para construir estes agradecimentos vou precisar pegar emprestado a ideia e as palavras do poeta brasileiro Sérgio Vaz:

> Descobri que o destino não é confiável.
> Rir é da hora
> Gosto de rir com os amigos.
> [...]
> Amigos são pessoas que a gente escolhe pra sorrir com a gente. Pode até chorar, mas tem que rir também.
> Descobri, com o passar, dos dias, que amigos dão sorte. Mesmo os azarados.
> Queria agradecê-los[as]. Como eu disse, são [2500] dias.
> Sozinh[a] não ia ter a menor graça.
> (Sérgio Vaz - Amigos dão sorte, p.181)

Fazendo uma conta rápida de padaria cheguei a conclusão de que foram quase 2.500 dias até aqui. Pode parecer muito, e foi. Por isso, quero agradecer, primeiramente ao meu orientador professor Elio Carlos Ricardo. Obrigada por toda paciência, disponibilidade, bom humor e amizade que construímos ao longo desses dois anos trabalhando juntos. Obrigada, especialmente, pelos muitos momentos de troca e aprendizado.

Agradeço também aos amigos da Ruralinda (UFRPE), que carinhosamente nos chamamos de "HADOUKEN". A eles eu devo as risadas e o espaço de troca sempre disponível, mesmo que distante. Nesse espaço, há abertura para exercer o meu eu mais legítimo, há também muita risada e choro. Todo o alívio e incentivo que precisei durante os dias mais difíceis.

Às queridas pessoas do grupo de pesquisa DEMULTS, em especial, ao amigo Dyego Morais e a professora Flavia Peres. O aprendizado dos quase seis anos de DEMULTS foram tão importantes, quanto os aprendizados dos últimos três anos na USP.

Às amigas da Geekie, Paula Moura, Carolina Brant e Camila Karino. Poucas pessoas têm a oportunidade de chamar suas lideranças de amigas, mas eu tenho a sorte de tê-las ocupando esse posto na minha vida. Obrigada por me apoiar nos meus projetos acadêmicos, reagendando reuniões, cobrindo as minhas ausências e reprogramando calendários só para que eu tivesse mais tempo para dedicar à USP.

Por fim, agradeço a minha família: papai, mainha, vovó, Luana, Teco, Gabriel, Gabrielly, Nina, Tio Jr. Obrigada por todo apoio na jornada até aqui.

RESUMO

Não é novidade para aquelas(es) que pesquisam e atuam no Ensino de Ciências que não há aprendizagem sem haver significação. E, que não há significação sem que ocorram experiências legítimas de interação entre quem aprende com o que se aprende. Também não é novidade que a Ciência não se faz de forma neutra. Assim, nas últimas quatro décadas, a construção do currículo de Ciências passou a considerar em suas abordagens enfoques que valorizam as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade (CTS). Ou seja, fortalecendo uma imagem não neutra da Ciência que seria, hora mecanismo central dessas relações, hora seu produto final. Para que essa imagem seja internalizada e transformada por estudantes, esses enfoques advogam a implementação de práticas pedagógicas que propiciem uma aprendizagem significativa. No entanto, a transposição didática que essas relações demandam para serem debatidas no âmbito da educação básica não é uma tarefa trivial e encontra nos Livros Didáticos o papel de principal artefato de mediação. A partir desse cenário, a presente investigação tem por objetivo primeiro investigar se essas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade estão, de fato, presentes nos Livros Didáticos de Biologia, aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2018, com especial atenção para a Tecnologia. Posteriormente, pretendemos traçar uma imagem de como a Tecnologia vem sendo representada a partir dessas transposições didáticas. Como caminho metodológico, este trabalho traçou as etapas de uma investigação qualitativa pautada na análise de conteúdo, a partir dos trabalhos desenvolvidos por Bardin. Nesse desafio, acolhemos uma perspectiva epistemológica que enxerga a Tecnologia como uma forma de produção de conhecimento, de atuar e produzir significados, portanto, detentora de seus próprios traços culturais. Esse enfoque praxiológico da Tecnologia tem como principal referencial o Modelo de Cultura Tecnológico de Míguel Quintanilla. Por meio dele, a tecnologia não é vista como uma mera aplicação da Ciência, nem fruto apenas de demandas sociais/humanas, mas como conhecimentos sistemáticos de características próprias, que possuem base científica e podem voltar-se a resolver, descrever ou explicar problemas que podem ter origens sociais, a partir do desenho e/ou emprego de produtos tecnológicos. As análises dos Livros Didáticos evidenciaram uma imagem da Tecnologia como uma aplicação direta do conhecimento científico, ou seja, os produtos tecnológicos derivam da mera aplicação do conhecimento científico. Foi possível concluir também que os Livros Didáticos de Biologia costumam retratar a Tecnologia apenas descrevendo artefatos. Mas, ao mesmo tempo, verificamos que existe um vasto espaço de discussão valorativa em volta dela quando os temas em debate geram forte comoção social como, por exemplo, as técnicas de engenharia genética e os problemas ambientais tidos, muitas vezes, como consequência direta do desenvolvimento tecnológico.

Palavras-chave: 1. Educação Tecnológica. 2. Livros Didáticos de Biologia. 3. Ensino de Ciências. 4. Cultura Tecnológica

ABSTRACT

It is not new for those who research and work with Science Education that there is no real learning without meaning. Also, there is no meaning without legitimate interaction between those who learn and what it is learned. It is also not new that Science is not done in a neutral way. Thus, in the last four decades, the construction of the science's curriculums began to centralize their central pillar in approaches that value the relations between Science, Technology and Society (CTS), that is, strengthening a non-neutral image of Science that wou' be sometimes a mechanism of these relationships, and in other times their final product. In order for this image to be internalized and transformed by students, these approaches advocate the existence of pedagogical practices that provide meaningful learning. However, it is not a trivial task to transpose these relationships to be debated in the scope of basic education. It is the role of science's textbooks to be the main mediation artifact of those debates. From this scenario, the present investigation aims to first investigate whether these relationships between Science, Technology and Society are, in fact, present in the Biology's Textbooks, approved in the National Textbook Program of 2018. Subsequently, we intend to draw an image of how Technology is represented in the analyzed Texbooks. As a methodological path, this is a qualitative investigation based on the Theory of Content Analysis, based on the works developed by Bardin. In this quest, we embrace an epistemological perspective that sees Technology as a way of producing knowledge, acting and producing meanings, therefore, holding its own cultural traits. This praxeological approach to Technology has as its main reference the Model of Technological Culture by Míguel Quintanilla. Through this perspective technology is not seen as a mere application of Science, nor the result of only social/human demands, but as a form of knowledge with its own characteristics, which has a scientific basis and can be used to solve, describe or explain problems that they may have social origins, by the design and/or use of technological products. The analysis of the Textbooks represented Technology as a direct application of scientific knowledge, that is, a technological product that derives from the mere application of scientific knowledge. It was also possible to conclude that Biology Textbooks usually portray Technology only by describing artifacts, but that there is a vast space for evaluative discussion around it, when the topics under debate generate strong social commotion such as genetic engineering techniques and environmental problems.

Keywords: 1. Technology Education. 2. Biology Textbooks. 3. Science Education. 4. Technological Culture

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo da seção “Trocando ideias” presente na Coleção 5……...….... 59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos sistemas técnicos..... 36
Quadro 2 - Coleções com destaque à tecnologia no Guia PNLD Biologia..... 49
Quadro 3 - Categorias de análise do modelo de cultura tecnológica 49

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTE	Cultura Tecnológica Extrínseca
CTEO	Cultura Tecnológica Extrínseca Operacional
CTER	Cultura Tecnológica Extrínseca Representacional
CTEV	Cultura Tecnológica Extrínseca Valorativa
CTEV+	Cultura Tecnológica Extrínseca Valorativa positiva
CTEV-	Cultura Tecnológica Extrínseca Valorativa negativa
CTI	Cultura Tecnológica Intrínseca
CTIO	Cultura Tecnológica Intrínseca Operacional
CTIR	Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional
CTIV	Cultura Tecnológica Intrínseca Valorativa
CTS	Ciência Tecnológica e Sociedade
DNA	Ácido desoxirribonucleico
LD	Livro Didático
MEC	Ministério da Educação
MLDT	Modelo Linear de Desenvolvimento Tecnológico
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 16

2. MODELO DE CULTURA TECNOLÓGICA 22
2.1 SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UM ENSAIO 22
2.2 CULTURA A PARTIR DO MODELO DE CULTURA TECNOLÓGICA 25
2.3 CULTURA E SOCIEDADE 28
2.4 CULTURA EM EVOLUÇÃO E RECORTE CULTURAIS 30
2.5 O RECORTE CULTURAL DA CULTURA TECNOLÓGICA 32
2.5.1 Os sistemas técnicos ou praxiológicos 35
2.5.2 Conhecimento técnico 38
2.5.3 Cultura Tecnológica Intrínseca ou Incorporada 40
2.5.4 Cultura Tecnológica Extrínseca ou Não Incorporada 43

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS **47**
3.1 PRÉ ANÁLISE 50
3.2 DESCRIÇÃO ANALÍTICA 51
3.3 O LIVRO DIDÁTICO E O PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA 53
3.4 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DOS DADOS 58

4. REPRESENTAÇÕES DA CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE E DISCUSSÕES **60**
4.1 MODELO LINEAR DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO 60
4.2 CULTURA TECNOLÓGICA INTRÍNSECA 69
4.2.1 Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional 69
4.2.2 Cultua Tecnológica Intrínseca Operacional 73
4.2.3 Cultura Tecnológica Intrínseca Valorativa 75
4.3 CULTURA TECNOLÓGICA EXTRÍNSECA 78

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS **88**

6. REFERENCIAS **92**

1. INTRODUÇÃO

As discussões que giram em torno da interface ciência, tecnologia e sociedade não são recentes. No entanto, estão sempre emergindo novos, inesgotáveis e, por vezes, inconclusivos temas e conceitos sobre elas. A busca pela integração desses três campos de estudo em favor de uma formação integral do sujeito e do desenvolvimento social é sem dúvidas a principal responsável pela imensidão de temas, conceitos e cenários, dentre os quais encontra-se a educação formal e as pesquisas e abordagens no ensino de ciências.

A integração desses campos ganhou um novo escopo entre o final da década de 1960 e o início da década de 1970, inicialmente no continente europeu e na América do Norte. O cenário de medo instituído após o final da Segunda Guerra Mundial, marcado pelo uso inédito de armas nucleares, fez com que a comunidade acadêmica passasse a questionar a relação linear que antes acreditava-se existir entre o desenvolvimento tecnológico e científico em relação ao desenvolvimento social. Associados a esse cenário, surgiram movimentos contraculturais a favor de tecnologias alternativas, como também correntes ecológicas que colocavam sob questionamento os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico ao meio ambiente (KRASILCHIK, 1992).

Segundo Cruz (2001), as possíveis implicações de tal movimento na educação, em especial no Ensino de Ciências, teve como pioneiro o cientista inglês John Ziman, que institucionalizou a sigla CTS em 1980. Assim, segundo Cruz e Zylbersztajn (2001), tal movimento ganhou maior destaque no campo educacional, nas nações cujas discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade encontravam-se mais acentuadas, dado o cenário descrito anteriormente, especialmente nos Estados Unidos e na Inglaterra.

Apesar de possuírem diferentes enfoques, tanto os movimentos majoritariamente populares norte americanos quanto os acadêmicos europeus, preocupavam-se em encontrar novas maneiras de estudar os impactos que os avanços científicos e tecnológicos exerciam na sociedade e na exploração do meio ambiente (CRUZ & ZYLBERSZTAJN, 2001). Tais discussões marcaram o início do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que logo passou a ser incorporado nas pesquisas focadas em educação (STRIEDER, 2015).

No Brasil, o movimento ganhou força na década seguinte ao seu surgimento internacional, a saber, na segunda metade da década de 80. Porém, foi a partir dos PCN, institucionalizados no final dos anos 90, que tais discussões materializaram-se oficialmente na educação básica brasileira. Umas das principais inovações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) estava na proposta de segmentação do Ensino Médio em quatro grandes áreas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias (BRASIL, 1999). Iniciou-se, então, uma tentativa de articular, por meio da interdisciplinaridade, temáticas que envolviam o conhecimento técnico, científico e epistemológico das ciências com temas advindos do campo tecnológico. Graças a tal proposta, movimentos como os que visam tal articulação entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) ganharam ainda mais força no cenário brasileiro e na área de Ensino de Ciências, juntamente com a Alfabetização Científica (LOPES *et al.*, 2009).

Embora o movimento CTS configure abordagens distintas no âmbito educacional, segundo Santos (2008) o objetivo central dessa frente de estudos seria:

> [...] promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando os alunos a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS, 2008, p.112).

Apesar dos esforços em promover tal articulação, práticas pedagógicas baseadas nos referenciais teóricos desenvolvidos pelo movimento CTS tendem a negligenciar os dois últimos componentes da sigla, atribuindo-os papéis secundários ao desenvolvimento e fazer científico (RICARDO, 2020).

Em um primeiro levantamento feito por Lopes et al. (2009), assim como no trabalho de Strieder (2015), evidencia-se que uma grande parcela das abordagens CTS na educação formal destina-se ao ensino de ciências, tendo a tecnologia e a sociedade papéis secundários nas situações de aprendizagem. Nesses trabalhos, é comum encontrar sugestões didáticas que focam no aprendizado da Química, Física e Biologia, e das Ciências no Ensino Fundamental, fazendo da sociedade e da tecnologia apenas cenários dos quais se retiram temáticas e situações cotidianas relevantes para o trabalho e aprendizagem dos conceitos científicos

(LOPES et al., 2009). Assim, a sociedade e a tecnologia servem como pré-texto/pretexto, ou seja, ensina-se ciência e não tecnologia.

Porém, a negligência do fazer tecnológico em detrimento do científico nas práticas pedagógicas parece andar na contramão do desenvolvimento social e das atitudes humanas, pois a relação entre homem e sociedade sempre teve na tecnologia e nos sistemas técnicos seu ponto de mediação e aprimoramento, tornando-os essenciais para a subsistência da espécie. Segundo Martín e Gonzaléz (2002), existe um forte teor sensacionalista na sociedade moderna ao afirmar-se que, hoje, o homem é muito mais dependente da tecnologia, como jamais foi. No entanto, ao contrário do que afirma o senso comum, desde que aprendemos a dominar o fogo, até hoje, com a informação digitalizada, temos na tecnologia uma evidência concreta da nossa capacidade de criar e não apenas adaptar-se à natureza, como também transformá-la em nosso próprio benefício, de acordo com nossas necessidades e desejos. Por isso, as discussões sobre o fazer tecnológico são essenciais no ensino, para que estudantes entendam os processos inerentes aos sistemas técnicos. Assim, necessitamos de situações de ensino e aprendizagem que possibilitem a construção de uma consciência acerca não apenas do uso, mas dos processos envolvidos na produção tecnológica.

Uma das principais consequências desse cenário de negligência, ou subexploração das discussões tecnológicas, é a criação de uma imagem distorcida da tecnologia. Para garantir contextos em que o contrário é possível Ricardo (2015, p.5-6) argumenta que: "... a tecnologia teria que ser vista como um possível fonte de conteúdos a serem ensinados.", pois o fazer tecnológico carrega consigo características epistemológicas particulares, que diferem do fazer científico, ainda que estejam intimamente relacionados. Tal afirmação feita por Ricardo (2015) levanta alguns questionamentos, a saber: será que é necessário uma disciplina dedicada ao ensino da tecnologia? Assim como a alfabetização científica, deveríamos também falar de uma alfabetização tecnológica, que ultrapassa os enfoques informacionais? Não pretendemos responder diretamente a tais questionamentos no escopo deste trabalho, porém, esperamos que as bases conceituais e os dados empíricos aqui discutidos sirvam de insumos para posteriores trabalhos dedicados às referidas perguntas.

Isso posto, cabe explicar, primeiramente, o que este trabalho não trata. Mesmo com a relevância que temas como CTS e Alfabetização Científica possuem para o Ensino de Ciências, este trabalho não traz essas abordagens como referenciais teóricos. Esses enfoques,

em especial CTS, encontram-se presente nos currículos, Livros Didáticos e documentos oficiais que sustentam o Ensino de Ciências. Assim, eles servem de recorte contextual e analítico que indicam a possível presença de informações sobre a tecnologia.

Como apresentado até agora, a literatura indica que ensinar tecnologia por meio do ensino de ciências tem sido insuficiente para que estudantes compreendam as relações, influências e poderes de ação que o fazer tecnológico carrega em si. Segundo Ricardo (2015), uma mudança em tal cenário seria possível se houvesse uma melhor comunicação da tecnologia, e não apenas o ensino desta. Trazendo olhares para a educação brasileira, tal comunicação tem no Livro Didático (LD) a sua principal fonte de divulgação. Assim, torna-se imprescindível que os Livros Didáticos tragam consigo abordagens mais consistentes não apenas ao fazer científico, como também ao tecnológico.

De acordo com Peixe et. al. (2017), o Livro Didático ao longo de sua trajetória na educação brasileira tem apresentado uma concepção "empirista e cumulativa" da ciência, desconsiderando os aspectos da natureza científica como o tempo histórico, as demandas sociais e econômicas, as influências da subjetividade humana, e a relação entre ciência e tecnologia. Em outras palavras, a representação dos temas científicos e a ausência, ou miopia da presença dos temas tecnológicos, sem levar em consideração a natureza da ciência e do fazer tecnológico, pode gerar interpretações irreais sobre as relações entre esses campos, e deles para com a sociedade. Para Zabala (1998), o LD é um dos principais instrumentos de ensino, exercendo forte influência não apenas no acesso à informação qualificada para os(as) estudantes, como também no exercício da profissão do(a) professor(a), estando presente desde o planejamento da aula até as dinâmicas e recursos feitos em sala.

Como descrito no Guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para a disciplina de Biologia, é papel do livro didático fornecer recursos que sirvam para a ampliação de conhecimento, tanto dos(as) estudantes quanto dos professores(as), por isso, é fundamental que tal instrumento traga informações que favoreçam o debate crítico não apenas de temas científicos, mas também culturais e tecnológicos (BRASIL, 2018). Em vários momentos, o Guia PNLD faz referência à importância de relacionar o fazer científico, em especial os saberes da Biologia, com as discussões sociais e tecnológicas.

Apesar dos direcionamentos explícitos presentes nos critérios do PNLD e da ênfase em abordagens CTS no LD, trabalhos como o de Ricardo (2015) e Groves e Escobar (2018) trazem estudos concretos de que há uma subordinação da tecnologia em relação à ciência. Existem alguns problemas gerados por essa subordinação e, por vezes, inexistência da abordagem de temáticas tecnológicas nos livros didáticos. Segundo Groves e Escobar (2018) um ensino de qualidade deve capacitar os(as) estudantes a participarem dos debates da sociedade moderna, que constantemente envolvem temáticas de caráter científico e tecnológico. Para além do exposto, os autores reforçam que o ensino de competências oriundas desses campos, no ensino formal, em especial o tecnológico, são essenciais para fortalecer a capacidade de inovação e desenvolvimento técnico-social.

Um outro ponto levantado pelos autores, cuja menção também se encontra presente no trabalho de Ricardo (2015), está no fato de que o conhecimento técnico tem sua própria epistemologia, apresentando, assim, uma forma particular de construção e aplicação dos saberes técnicos (GROVES & ESCOBAR, 2018). Destarte, uma das principais implicações para o cenário educacional está na ausência ou má representação da tecnologia como maneira de pensar, compreender e agir sobre o mundo, tornando nossos(as) estudantes vulneráveis às interpretações falhas sobre as reais potencialidades do fazer tecnológico, e, dessa forma, impossibilitando-os de serem agentes intencionais da construção e aplicação do conhecimento científico e tecnológicos já produzidos.

Trabalhos como os de Ricardo (2015) e Groves e Ecobar (2018) indicam a necessidade de uma investigação mais profunda sobre como a tecnologia é representada também no contexto de Ensino de Biologia. Como componente curricular do Ensino Médio brasileiro, sobre qual existe grande expectativa, a partir das normativas legais e programas governamentais, que seu currículo e LD baseiem-se em abordagens CTS. Com base nisso, o nosso problema de pesquisa trata primeiramente de saber *se há, de fato, discussões acerca da tecnologia e suas relações com a ciência e a sociedade nos livros didáticos. Para, em seguida, investigar como essas relações são desenvolvidas e como a tecnologia é representada nesse contexto*. Diante desse problema, este trabalho possui como principal objetivo *identificar e caracterizar como os Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio brasileiro têm comunicado e representado a tecnologia, através das lentes do Modelo de Cultura Tecnológica desenvolvido por Miguel Quintanilla* **.**

Essas identificações e categorizações não possuem como finalidade única apenas padronizar, sob determinado referencial, as diferentes formas nas quais a tecnologia está presente nos LD de Biologia. Ainda mais importante que isso, é trazer luz sobre os efeitos que essas possíveis representações podem gerar nos sujeitos e na sociedade, explicitando a dinâmica cultural entre ciência, tecnologia e sociedade.

Para alcançar tal objetivo, optamos por desenvolver uma investigação de caráter qualitativa, que possui na análise de conteúdo desenvolvida por Bardin (1977) sua principal referência metodológica. Sendo assim, o caminho de pesquisa envolve, resumidamente, quatro momentos: (1) iniciamos com o estudo de referenciais teóricos que sustentam a construção de uma epistemologia da tecnologia e sua relação com a sociedade, bem como (2) evidenciar a relevância do LD para o contexto educacional brasileiro. (3) Descrevemos a metodologia empregada para análise dos objetos de estudo, para que, por fim, (4) possamos analisar e discutir os achados a partir dos referenciais adotados.

2. MODELO DE CULTURA TECNOLÓGICA

2.1 SOBRE AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA: UM ENSAIO

Esta seção encontra-se destinada ao não esgotamento. Dito isso, não é objetivo nosso focar uma grande parte deste trabalho para aprofundar a construção conceitual da ciência e da tecnologia e de como ambas encontram-se relacionadas. Primeiramente, seria desafiador, abordar em plenitude toda complexidade que conceitos como a ciência e a tecnologia carregam dada a polissemia e a relevância que cada um possui para a sociedade atual. Porém, esse é um desafio que, dada a medida e a proporcionalidade, torna-se necessário, se não fundamental, para que seja evidenciado o caráter epistemológico que escolhemos para cada um desses conceitos neste trabalho, sobretudo no que diz respeito a como ambos encontram-se relacionados na sociedade atual, e como essa relação impacta o Ensino de Ciências.

Nas últimas duas décadas, alguns sociólogos como Cordero (2001) e Queraltó (2001) vêm construindo o argumento de que não existe uma separação definitiva entre a ciência e a tecnologia. Com o avanço de campos como a engenharia genética e a nanotecnologia, torna-se cada vez mais difícil, segundo os autores, a dissociação entre os que seriam produtos científicos e os que seriam produtos tecnológicos. Assim, criou-se um campo nos estudos sociais que sustenta o conceito de "Tecnociência", afirmando haver uma forte interdependência entre as áreas, a ponto de não existir separação entre elas, dada a profunda complementaridade (CORDERO, 2001, p. 137 apud CUPANI, 2017). Para a Tecnociência, a tecnologia "se converteu em uma mediação entre a ciência e a realidade, deixando de ser um mero instrumento." (QUERALTÓ, 2001 apud CUPANI, 2017). Nessa junção de conceitos, Oliveira (2003) defende que seria da tecnociência a responsabilidade pelos problemas socioambientais da sociedade atual, pois segundo o autor, a tecnociência teve o auge de seu desenvolvimento graças ao avanço do sistema capitalista, cujas normas de conduta e valores demonstram desprezo pelas questões de consciência ambiental e de direitos humanos (OLIVEIRA, 2003 apud STRIEDER, 2012).

Apesar da evidente relação que existe entre ciência e tecnologia, o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico possuem características específicas, em especial, quanto a sua relação com a sociedade e as expectativas desta perante a evolução de cada um deles. Muitos são os(as) autores(as) que argumentam quanto a essas diferenças (AGASSI, 1974; KROES, 1989, 2001; GARDNER, 1999; QUINTANILLA, 1998), até aqueles(as) que usam do termo Tecnociência (OLIVEIRA, 2003), assumem que há dimensões específicas que caracterizam e distinguem a ciência da tecnologia. Dentre as diferenças, a principal é o objetivo de cada campo de atuação humana. À ciência, interessa a investigação do que já existe, a compreensão dos fenômenos naturais, enquanto que para a tecnologia é o caráter inventivo que domina, interessa-se a descoberta do novo (AGASSI, 1974 apud CUPANI, 2017).

Essa característica inventiva da tecnologia a coloca em estreita relação com a sociedade, pois, para a invenção de algo novo, é necessário que seja levado em consideração o ambiente, o propósito humano (quais necessidades serão sanadas com a novidades?) e as expectativas para o novo objetivo/processo (quais materiais serão utilizados? Quem estará envolvido na produção/manutenção?) (KROES, 1989 apud CUPANI, 2017). Tal característica encontra semelhança no fazer científico quando pensamos nos contextos sócio-culturais que influenciam diretamente a produção de conhecimento nesse campo, no entanto, não necessariamente resultam na produção e invenção de novos processos e/ou artefatos.

Uma outra distinção entre a ciência e a tecnologia está nos valores que cada uma das culturas, a tecnológica e a científica, carregam. Por ser uma atividade também produtiva, a cultura tecnológica pressupõe valores como factibilidade, confiança, eficácia e relação custo benefício - desafios que não afetam a ciência básica (AGRASSI, 1974, p.52 apud CUPANI, 2017).

Por fim, uma outra característica marcante do fazer tecnológico, que também torna visível a forte relação deste com a sociedade e que o diferencia do fazer científico, é que o método tecnológico costuma considerar em seus projetos todo tipo de conhecimento, incluindo todos(as) que integram a “comunidade tecnológica” como os(as) usuários(as) finais e os(as) produtores(as) (HRONZKY, 1998 apud CUPANI, 2017, p.179).

Em estreito diálogo com os trabalhos mencionados acima está o de Gardner (1999). Para o autor, a principal diferença entre a ciência e a tecnologia está em seus propósitos, pois "a ciência objetiva gerar novo conhecimento e compreensão teórica, enquanto a tecnologia objetiva a criação, fazer e aprimorar artefatos, materiais, sistemas e processos para atender às necessidades e desejos humanos." (GARDNER, 1999, p.6., tradução nossa). Dada tal distinção, Gardner (1999) afirma que a ciência é capaz de contribuir para a sociedade de formas que vão além do materialismo e da economia, em contrapartida, o caráter menos abstrato e idiossincraticamente humano do fazer tecnológico o torna detentor de características também próprias. Faz parte do fazer tecnológico o desenvolvimento e emprego de diferentes habilidades de quem o faz como, por exemplo, a capacidade de projetar e representar por modelos, bem como a capacidade de construir e validar a usabilidade desses modelos.

Sendo assim, o autor descreve quatro formas em que ciência e tecnologia encontram-se relacionadas socialmente e culturalmente: (1) a ciência como precedente da tecnologia, normalmente conhecida como ciência aplicada a tecnologia, é amplamente reconhecida e carrega consigo a noção de que a tecnologia é mero produto da incorporação dos conhecimentos científicos. (2) Ciência e tecnologia como conceitos completamente independentes, ou seja, com métodos, propósitos e produtos próprios. (3) Tecnologia como precedente da ciência - dentro dessa concepção, também chamada de materialista, a tecnologia é superior a ciência pois, existia antes da concepção ocidental do que chamamos ciência, desde a dominação do fogo, por exemplo, e que, portanto, a ciência moderna só se faz graças ao desenvolvimento tecnológico. E, por fim, (4) a visão interacionista, na qual a ciência e a tecnologia se complementam numa relação harmoniosa, em que cientistas e tecnólogos(as) aprendem uns(umas) com os(as) outros(as), resultando em benefício mútuo para evolução das áreas (GARDNER, 1994 apud GARDNER, 1999, p.6).

Dadas as distintas perspectivas sob as quais são vistas as relações entre ciência e tecnologia, e as suas respectivas singularidades conceituais e epistemológicas, é difícil afirmar, portanto, que ensinar tecnologia, focando apenas na relação desta com a ciência e a sociedade, é suficiente para que se construa uma concepção mais ampla dos diferentes significados que a tecnologia pode ter, e dos diversos saberes que compõem o fazer tecnológico. Apesar da inegável relação entre tais áreas, o desenvolvimento de habilidades próprias da aplicação e construção do conhecimento tecnológico pode encontrar desafios

quando esses são limitados a aplicação de conceitos científicos. Situação ainda mais grave, quando tal representação é recorrente, não só na mídia, mas também nos livros didáticos, em especial de ciências da natureza, nos quais as relações CTS são encontradas em maior destaque.

Por essa razão, a base conceitual deste trabalho possui no Modelo de Cultura Tecnológica desenvolvido por Quintanilla (1998) sua principal referência. Encontramos nesse modelo um entendimento sobre tecnologia que não a limita como pura aplicação dos conhecimentos científicos, além de colocá-la como fruto da atividade humana e, portanto, incluindo todos os elementos culturais incorporados pelos sujeitos na construção do conhecimento tecnológico.

Para além dos motivos já mencionados, optamos por tal referencial dada a credibilidade que o autor possui em todo o território Ibero-americano. Miguel Ángel Quintanilla (1945-) teve uma vasta carreira política, atuando como senador de Salamanca e diretor de importantes programas como Plano Nacional de Investigação Científica e Desenvolvimento Tecnológico. Atuou também como ministro da educação e como tal foi peça fundamental para a inclusão dos programas universitários espanhóis ao Espaço Europeu de Educação Superior, organização responsável por unificar currículos e garantir maior intercambio de estudantes pela União Europeia. Atualmente, Quintanilla é professor emérito da Universidade de Salamanca, onde atuou como catedrático de lógica e filosofia da ciência, e uma das principais referência nos estudos de filosofia da tecnologia.

2.2 CULTURA A PARTIR DO MODELO DE CULTURA TECNOLÓGICA

Em seu trabalho, Quintanilla (1998) discute o conceito de cultura em seu caráter científico, mais amplo, até o estabelecimento do que o autor irá chamar de “recortes culturais” para referir-se a informações específicas criadas, ensinadas e compartilhadas por um determinado grupo de sujeitos, constituindo uma parcela da cultura de um cenário social mais amplo. Dentre esses recortes culturais, está a Cultura Tecnológica. Nesse modelo, o conceito de cultura é definido como “a informação representativa, prática e valorativa que é

transmitida através da aprendizagem social entre os membros de uma mesma espécie"[1] (MOSTERÍN, 1993 apud QUINTANILLA e BRAVO, 1998, p. 10). Portanto, a informação é determinante na definição da cultura de um povo. Por se tratar de um referencial teórico ainda pouco discutido no cenário brasileiro, este capítulo irá apresentar os principais elementos que constituem o Modelo de Cultura Tecnológica desenvolvido por Quintanilla, incluindo a sua visão sobre o que seria tecnologia.

Ao falar sobre cultura, Quintanilla (1998) a descreve em seu caráter científico, o qual, segundo ele, atribui ao conceito de cultura uma definição simultaneamente ampla e rigorosa. No decorrer deste capítulo, serão dedicadas algumas páginas para explicar os motivos que levaram o autor à escolha de dois adjetivos quase paradoxais a um dos termos centrais de sua teoria. Primeiramente, no entanto, é necessário fornecer alguns breves esclarecimentos sobre os fundamentos epistemológicos da construção filosófica sobre a qual o referido autor baseou o seu trabalho. Tais referenciais teóricos se farão úteis para delimitar os olhares sobre o conceito de cultura, dada a polissemia que a própria palavra possui como exploramos na introdução desta seção.

Com base, especialmente, em estudos antropológicos e da etnobiologia, Quintanilla buscou no trabalho do antropólogo Tylor (1871) um de seus referenciais. Para Tylor (1871, apud QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.10) cultura é "tudo aquilo que inclui conhecimentos, crenças, artes, leis, moral, costumes, e qualquer outra capacidade e hábitos adquiridos pelo homem enquanto membro de uma sociedade". Quintanilla encontrou nessa definição de Tylor o componente básico da cultura vista sobre a perspectiva da antropologia: o fato de que cultura é adquirida e transmitida em um determinado grupo social. Em outras palavras, ela pode ser aprendida e ensinada. No entanto, dada a variedade de grupos sociais existentes, delimitar os conteúdos de uma cultura que representasse a totalidade desses grupos seria algo impreciso. Por isso, o autor ainda se via no desafio de chegar a um conceito universal de cultura.

Quintanilla encontrou na etnobiologia, ciência que estuda o comportamento animal, a pertinência de um outro conceito chave para a definição de cultura: a informação.

[1] Dada a inovação de tal referencial teórico para o cenário acadêmico brasileiro, todas as citações referentes aos trabalhos de Quintanilla, bem como os pertencentes a Groves e Escobar (2018) a partir daqui, serão de tradução da autora deste trabalho.

Igualmente aos humanos, animais também são capazes de desenvolver comportamentos de origem social, não apenas por atos considerados espontâneos, geralmente resultantes da expressão de informação gênica registradas em seus DNA, como a demanda por comida ou reprodução. Com base nesse conhecimento advindo do estudo sobre o comportamento animal, Quintanilla recorre à obra de Mosterín "Filosofia de Cultura" (1993, p. 32 apud QUINTANILLA e BRAVO, 1998, p 10-11) que sumariamente seria definida como: "a informação transmitida entre animais de uma mesma espécie por aprendizagem social". Nessa passagem de Mosterín é evidente a importância da informação como conceito-chave para a definição de cultura, sendo tal conceito o elemento central de transmissão entre aqueles que formam a sociedade e que, em breve, será melhor explorado neste trabalho.

Segundo Quintanilla et al. (2011), existem três tipos de informação cultural:

> 1. Informação representacional que inclui as representações, crenças e conhecimento do mundo natural e social. Contém um espectro variado de elementos como as opiniões e percepções, individuais ou de uma comunidade, assim como as teorias científicas e as crenças religiosas sobre o mundo, a sociedade, a humanidade e a realidade em geral.
>
> 2. Informação prática/operacional: inclui as regras e normas de comportamento e ações. Elas podem ser técnicas, morais, sociais ou de qualquer outro tipo. Neste tipo de cultura incluímos as regras da ação em situações concretas inspiradas pela prática ou guiadas pelos costumes assim como a moral comum e o sistema legal.
>
> 3. Informação valorativa[2]: consiste nos valores sociais e individuais de qualquer tipo. Casos de valores explícitos e integrados em coerência e sistemas ordenados e indivíduos e valores comuns relacionados a contextos específicos, são ambos incluídos nesse tipo de cultura. (QUINTANILLA et al., 2011, p.4).

[2] No trabalho de Groves e Escobar (2018) a palavra "avaliativa" aparece no lugar da nossa escolha "valorativa". Decidimos por manter o primeiro termo nas categorias de análise que incorporamos do referido trabalho. No entanto, nos trabalhos de Quintanilla (1998 e et al. 2011) aparecem ambos os termos: avaliativa e valorativa. A efeito de uma melhor tradução, acreditamos que o segundo termo se assemelha melhor em sentido para o significado que aqui pretendemos usar.

Ainda com base na antropologia, o autor de "*Cultura Tecnológica e Innovación*" (Cultura Tecnológica e Inovação) ressalta que em tal campo os artefatos e utensílios são vistos como importantes componentes culturais. Porém, fazendo jus a definição de Mosterín, também para Quintanilla, os artefatos são efeitos ou resultados da cultural animal e humana, "ou mais precisamente, da atividade animal ou humana, realizada de acordo com a **informação cultural** correspondente" (grifo nosso) (QUINTANILLA & BRAVO, 1997, p. 10). Portanto, tendo como aporte central o trabalho de Mosterín (1993), Quintanilla estabelece um conceito chamado por ele de genérico para cultura, especificamente para a sociedade humana. Em suas palavras:

> Entendemos cultura como o conjunto de representações, pautas ou regras de comportamento e valores, ou sistemas de preferências, que os indivíduos humanos adquirem por aprendizagem a partir de outros indivíduos humanos, por imitação (passiva), ou por ensino (ativo) ou por qualquer processo de comunicação da informação. (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p. 10)

Ao intitular sua definição de genérica, o autor aproxima-se de uma concepção mais ampla, a fim de expressar a universalidade do conceito, podendo este ser aplicado para qualquer sociedade humana, na qual tais elementos que caracterizam a cultura estejam representados. Em outras palavras, ao chegar nessa definição, Quintanilla estabelece componentes essenciais que estão representados aqui em três conjuntos, a saber: sujeito e sociedade; ensino e aprendizagem; comunicação e informação. Tal decomposição do conceito permitirá um recorte, que para a exploração e entendimento da pesquisa feita e descrita neste trabalho, serão fundamentais, pois tais esforços foram centralizados em compreender quais informações, sejam elas pertencentes à cultura tecnológica, são evidenciadas em uma das principais ferramentas de ensino da educação básica nacional: o livro didático.

2.3 CULTURA E SOCIEDADE

Para Quintanilla as relações humanas dividem-se em três tipos, para além das interações biológicas, sendo essas: as interações econômicas, através da produção e intercâmbio de bens e serviços; políticas, que se encontram permeadas pelas relações de poder necessárias para gerir as demais interações, tanto a já mencionada econômica, quanto

as que pertencem ao terceiro tipo de interação humana: a cultural. Essas, assim como as interações econômicas, também possuem um bem intercambiável, que atualmente corresponde a um dos quatro grandes pilares da Indústria 4.0, juntamente com a nanotecnologia, a robótica e a Inteligência Artificial, a esse bem o autor denomina informação. A despeito da contemporaneidade dessa discussão, a informação tem sido elemento central das interações culturais humanas desde que o homem passou a viver em sociedade, mesmo que atualmente ela tenha adquirido cada vez mais características de uma *commodity*.

Apesar de distintas, as interações políticas, econômicas e culturais, não necessariamente ocorrem como fenômenos isolados, segundo Quintanilla. Por exemplo, quando uma criança vai a um supermercado comprar um biscoito ela pode tanto envolver-se em uma interação econômica de troca de bens, como também aprender novos conceitos, como valor e troco, estando esta relação mediada pelas políticas de compra e venda, como a de defesa do consumidor. Assim, a criança em questão está imersa em relações não apenas econômicas, mas também culturais e políticas.

A situação descrita no parágrafo acima serve de exemplo para o que Quintanilla irá denominar de sistema social humano. Segundo o autor, a separação das interações em três tipos permite também separar os sistemas sociais em três subsistemas: econômico, cultural e político. Essa divisão configura um recorte metodológico para que fique mais simples estudar as múltiplas interações humanas nos mais diversos contextos.

Por mais fascinante que seja o estudo das interações humanas em sua completude, para efeito de adequação ao escopo deste trabalho, as discussões aqui apresentadas terão como base epistemológica o estudo sobre o subsistema cultural de uma sociedade, que segundo o autor forma-se:

> [...] pelo conjunto de indivíduos que transmitem informação, tanto gerada por eles mesmos (criadores) como gerada por outros (comunicadores), intercambiando serviços de informação ou gerindo tais intercâmbios (QUINTANILLA e BRAVO, 1998, p.12).

No seu modelo de cultura, Quintanilla afirma que os subsistemas culturais são agrupamentos de diferentes instituições sociais como, por exemplo: escolas, museus,

universidades, teatros, os meios de comunicação, a própria indústria cultural, dentre outros. Estas instituições se diferenciam entre si a depender do tipo de informação que produzem e transmitem, o público ao qual se destina e pela estrutura econômica e organizativa de cada uma (QUINTANILLA e BRAVO, 1998).

Assim, um sistema cultural só poderá ser descrito, segundo o modelo de Quintanilla, se forem levados em consideração os sujeitos que o compõe, incluindo a ontogênese de cada ser e os papéis que desempenham dentro do sistema, o tipo de informação que é transmitida entre esses sujeitos e a teia organizativa e econômica que permeia tais relações e pessoas. Ao segregar o estudo da cultura presente em uma sociedade dessa forma, o autor pretende trazer um caráter menos etéreo aos estudos culturais, visto que os sistemas culturais, organizados segundo tais elementos, são concretos e passíveis de investigação.

Em se tratando de culturas específicas, como é o caso da Cultura Tecnológica, que será discutida em breve, Quintanilla afirma que há duas formas de caracterizar a cultura de um grupo para chegar a uma ou mais culturas específicas: por meio de seu conteúdo, dimensões, pautas, condutas e valores que constituem, por exemplo, as culturas jurídica, acadêmica, científica, política; ou, por meio de grupos sociais que se dizem pertencer a uma determinada cultura, a saber, a cultura indígena brasileira, cultura afro, cultura europeia, etc. Em seu texto, no entanto, o autor sinaliza para o risco de colocar ambas características, conteúdos e grupos sociais, como sendo equivalentes na determinação de um recorte cultural, que seria a menor unidade dentro de uma cultura específica.

Para o autor é inadequado utilizar o conteúdo para designar a cultura específica de um grupo. Como exemplo, ele cita a cultura jurídica, que pode ser utilizada para caracterizar os juristas como grupo social, ou para identificar os assuntos jurídicos de qualquer grupo social. Portanto, para Quintanilla uma cultura característica de um determinado grupo social é constituída pelos diferentes recortes culturais que os integrantes do grupo possuem, sendo a distribuição de recortes culturais entre os membros significativamente menor do que nos demais grupos sociais (QUINTANILLA & BRAVO, 1998)

2.4 CULTURA EM EVOLUÇÃO E RECORTE CULTURAIS

Visto que cada cultura tem uma espécie de lógica interna, com valores e características que, muitas vezes, somente fazem sentido para os povos que a compõe, Quintanilla e Bravo (1998) ressaltam que é preciso evitar o etnocentrismo e o relativismo cultural nos estudos culturais. Em outras palavras, não se deve considerar que existe uma cultura geral, padrão, a partir da qual são criados recortes menos importantes, chamadas pelo senso comum de "culturas subdesenvolvidas" ou "não civilizadas". Portanto, culturas específicas não são formadas pelo estudo dos recortes culturais resultantes desse tipo de interpretação. A fim de determinar e estudar a existência de uma cultura específicas o(a) investigador(a) precisa fundamentar-se em observações racionais e empiristas relacionadas a critérios e objetivos, obedecendo assim, o princípio básico do pluralismo cultural. Assim, Quintanilla e Bravo (1998) afirmam que:

> O relativismo cultural é incompatível com qualquer ideia de progresso cultural. Pois todas as culturas são igualmente valiosas, o que se pode constatar são desenvolvimento nas configurações culturais, porém não existem critérios para determinar se essas mudanças são progressivas ou regressivas (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.13).

Para exemplificar seu argumento, os autores fazem uma comparação entre a cultura industrial, que pode ser menos valiosa que outras culturas se o critério em questão for a preservação do meio ambiente, porém é considerada mais valiosa do que a cultura agrária se o critério observado for o nível de bem estar que os membros da sociedade industrial desfrutam. Ou seja, a ideia de progresso cultural é um conceito impreciso.

Por isso, é razoável considerar que as culturas evoluem, eliminando a ideia de progresso ou regresso. Quintanilla recorre novamente à etnobiologia como descrita nos trabalhos de Mosterín (1993, cap. 6) para explicar que a evolução cultural ocorre analogamente à evolução biológica, por meio de mutações culturais, que seriam a criação de novos valores e meios de transmissão de informação entre os membros do grupo social vinculado a uma determinada cultura. Essas mutações podem ter efeitos mais radicais, como o surgimento de novas culturas específicas (uma nova religião, por exemplo), ou a cultura pode sofrer pequenas mutações, ao nível de recorte cultural, como mudanças no jeito de vestir, aquisição de novos sotaques, etc. Assim como nas populações de seres vivos, a disseminação de novos traços culturais não acontece de forma homogênea e está intimamente relacionada com fatores intra populacionais, como a forma que os novos *recortes culturais*

são transmitidos e ensinados, e também com elementos externos às populações, como distâncias entre povos de culturas distintas (QUINTANILLA e BRAVO, 1998). Como exemplo, tem-se a Cultura Tecnológica, sobre a qual será dedicada a próxima seção deste capítulo, que carrega em si alguns recortes culturais advindos da cultura ocidental.

Concluindo as discussões sobre o conceito de cultura, vale destacar que em sua teoria Quintanilla e Bravo (1998) também trazem um destaque às políticas culturais, que para os autores são essenciais na regulamentação da evolução cultural. Órgãos internacionais como a UNESCO podem ser mencionados como exemplos de instituições que regulamentam e produzem políticas culturais.

2.5 O RECORTE CULTURAL DA CULTURA TECNOLÓGICA

> A costumeira associação da tecnologia com artefatos faz com que não se perceba que ela é também um modo específico de conhecer (CUPANI, 2017. p. 169).

Assim como a seção anterior iniciou as discussões pelo conceito de cultura, parece fundamental adotar a mesma estratégia para começar a falar sobre tecnologia. Apesar de ocuparem lugares simbólicos semelhantes em nossa sociedade, técnica, artefatos técnicos, sistemas técnicos e tecnologia são conceitos distintos, e que por isso terão a introdução desta seção plenamente dedicada a descrevê-los, segundo a ótica do trabalho de Quintanilla (1989).

Sobre os conceitos de técnica, artefatos e tecnologia, Quintanilla e Bravo ressaltam que:

> Primeiramente, técnica entende-se por um conjunto de **habilidades** ou **regras** práticas que servem para **resolver problemas**. Os artefatos são **resultados** ou **instrumentos de uma técnica**, ou ambas as coisas. E as tecnologias são **conhecimentos sistemáticos e racionais, de base científica**, que permitem descrever, explicar e desenhar artefatos técnicos (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.19, grifos nossos)

Tanto a linguagem comum, quanto a científica, incluindo a representada nos livros didáticos, como será demonstrado em breve nas análises deste estudo, possuem uma forte tendência em aplicar incorretamente tais conceitos, chamando, por exemplo, de tecnologia

uma variedade de artefatos, e de técnica o que, na verdade, representa uma tecnologia. Tais inconsistências na representação e uso desses termos dificulta a construção de uma imagem mais realista do que é tecnologia e como ela é construída socialmente.

Para Quintanilla (1999), o conceito de tecnologia é empregado dentro de um cenário científico mais rigoroso e está atrelada a conhecimentos sistemáticos que incorporam regras e restrições de uso e atuação aplicada na resolução de problemas práticos e/ou na construção de artefatos. Já a técnica corresponde a uma habilidade prática específica para fazer determinadas tarefas ou artefatos (QUINTANILLA & BRAVO, 1998). As técnicas seriam, portanto, um conjunto de conhecimentos e habilidades que podem ser ensinadas através da prática e por imitação, enquanto a tecnologia é aprendida estudando em livros, laboratórios, nas instituição de ensino especializadas, por exemplo nos cursos de tecnologia industrial, automação, comunicação, etc. Para evitar confusões no uso dos conceitos, Quintanilla optou por chamar genericamente de técnica sempre que a discussão tiver no contexto da filosofia da técnica, teoria da técnica, desenvolvimento técnico, intercâmbio técnico, conhecimento técnico, etc., distinguindo-a em técnicas artesanais ou empíricas e técnicas científicas/tecnológicas (QUINTANILLA, 1998).

Um outro problema atrelado à representação imprópria da concepção comum de tecnologia está no chamado *Modelo Linear do Desenvolvimento Tecnológico.* Também comumente presente nas discussões sobre tecnologia esse modelo sustenta a crença de que a tecnologia seria uma pura aplicação do conhecimento científico em situações práticas para resolução de problema por meio do emprego/produção de novas técnicas e artefatos em contextos específicos, como a indústria. Segundo Quintanilla (1989), a força de tal concepção está diretamente atrelada a três outras ideias discutíveis quando se pretende compreender os componentes do fazer tecnológico, a saber: a concepção de que a tecnologia possui uma autonomia em si mesma, a crença de que há um determinismo tecnológico, e a “teleologia” do desenvolvimento tecnológico (QUINTANILLA & BRAVO, 1998).

A ideia de que a tecnologia é autônoma traz uma visão de que ela evolui segundo a própria lógica interna, a margem de fatores que constituem a sociedade como a cultura, a política e os interesses econômicos, sendo automaticamente incorporada nas atividades e necessidades humanas (WINNER, 1979 apud QUINTANILLA & BRAVO, 1998;).

Já a noção de determinismo tecnológico argumenta que o desenvolvimento técnico possui o poder de estabelecer o desenvolvimento de culturas, sistemas econômicos e políticos. A sociedade industrial serviria de exemplo neste cenário, pois, sob a interpretação de tal concepção, a industrialização da sociedade só foi possível depois da invenção das máquinas a vapor.

E, por fim, a concepção de que o destino do desenvolvimento da técnica é a "supermáquina", a evolução máxima da técnica. Tal concepção faz com que haja um movimento de defesa quase que ingênua do uso tecnologia, visto que, dentro de tal movimento, a tecnologia é sempre empregada para o bem e o avanço tecnológico, em outras palavras, estará sempre voltada para o avanço das sociedades humanas. Em seu trabalho de análise referencial sobre CTS, ao levantar as diferentes perspectivas sobre desenvolvimento tecnológico, Strieder (2018)[3] utiliza dos trabalhos de Dagnino (2008) para argumentar que há algumas facetas "menos críticas" do desenvolvimento tecnológico, atribuindo-o um caráter neutro, cujo resultado será em grande medida, o progresso e bem-estar social.

Partindo da teoria construtivista do desenvolvimento técnico, que argumenta em favor da concepção de que o desenvolvimento tecnológico está intimamente relacionado às características culturais, políticas e econômicas de uma sociedade, Quintanilla (1998) resguarda em sua teoria o cuidado de não reduzir o desenvolvimento técnico ao outro polo, no qual a sociedade acaba sendo determinista da inovação técnica. Como citado, em seus estudos sobre a filosofia da técnica, Quintanilla (1998) menciona uma segunda ambiguidade conceitual além do conjunto técnica/tecnologia, que consiste na confusão em denominar de tecnologia e/ou técnica o que, em verdade, é um artefato técnico, e confundir as propriedades desse artefato técnico com as propriedades do contexto social no qual tal artefato é utilizado ou foi desenvolvido.

Segundo o próprio, tal ambiguidade teria origem nos diferentes enfoques teóricos sobre a teoria da técnica, a saber: (i) o enfoque cognitivo, que entende por técnicas formas de conhecimento prático e tecnologia como sendo a representação concreta da ciência aplicada

[3] Em seu trabalho, Strieder (2018) traz os demais níveis de concepção do desenvolvimento tecnológico, a partir do referencial de Dagnino (2008), sendo esses: o nível intermediário que reconhece a existência do fazer tecnológico como uma forma própria de construir conhecimento, negando o modelo linear de desenvolvimento tecnológico; (ii) o nível mais crítico, que assume a existência de propósitos socais e culturais associados a um contexto histórico cultural. Tais níveis dialogam em grande medida com os enfoques apresentados neste trabalho, sob o ponto de vista de Quintanilla (1998).

na resolução de problemas práticos (não há menção quanto ao uso de artefatos); (ii) já o enfoque instrumental reconhece as técnicas e as tecnologias como artefatos, que seriam instrumentos e produtos resultantes do conhecimento técnico, por exemplo, a tecnologia espacial, que seriam as aeronaves e conjunto de dispositivos utilizados para navegação aérea; (iii) por último, o autor cita o enfoque sistemático ou praxiológico, que possui como unidade de análise os *sistemas técnicos*, concebidos de um conjunto formado pelo sujeito e suas ações, mediadas pelo uso de artefatos concretos.

Assim, um sistema técnico seria "O conjunto artefato+materiais+energia+usuário constitui o sistema técnico..." (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.23). Por considerar toda a complexidade do uso, produção, ensino e aprendizagem da informação e dos artefatos tecnológicos, levando em consideração as diferentes culturas e organizações, esse foi o enfoque escolhido por Quintanilla, que é, portanto, o mesmo escolhido neste trabalho.

2.5.1 Os sistemas técnicos ou praxiológicos

Os sistemas técnicos são assim denominados pela relação sistêmica e complexa que existe entre os componentes que o constituem. Relação essa que torna adequado a denominação praxiológica uma vez que "...a estrutura básica dos sistemas técnicos está configurada por **sistemas de ações práticas**." (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p. 23, grifo nosso). Desse modo, um sistema técnico é definido "...como um dispositivo complexo, composto de entidades físicas e de agentes humanos, cuja função é transformar algum tipo de coisa para obter resultados característicos do sistema." Quintanilla (1998, p.3). Assim, dentro do enfoque praxiológico, um sistema técnico é formado por artefatos materiais, que para serem transformados precisam de outros artefatos, e também de usuários que realizem essas ações transformadoras, por isso, tanto os fatores físicos (artefatos), como os sociais, inerentes às ações humanas (motivações que alimentam o desejo/necessidade de transformação) precisam ser levados em consideração no momento de analisar os sistemas técnicos. Por exemplo, um secador de cabelo (artefato) só tem uso em uma sociedade e ambientes nos quais sair com o cabelo molhado é inadequado, ou por qualquer questão estética.

Dessa forma, os sistemas técnicos são constituídos pelos seguintes componentes (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p. 25-27):

a. Materiais: são as matérias-prima utilizadas e transformadas nos sistemas técnicos. Tomando como exemplo o sistema técnico do secador de cabelo, o próprio secador seria um *artefato* ou *equipamento* (juntamente com suas engrenagens e controles de temperatura e velocidade do vento), assim como a *energia*, tanto elétrica quanto humana necessárias para fazê-lo funcionar.

b. Agentes intencionais: correspondem aos *usuários* dos artefatos. Esses agentes são geralmente pessoas que carregam consigo suas subjetividades, valores culturais, necessidades e desejos, podendo exercer diferentes papéis desde o uso de artefatos até a gestão dos sistemas. Dentro do exemplo fornecido, seria o usuário do secador.

c. Estrutura do sistema: é formada pelas relações existentes entre os componentes do sistema. Quintanilla (1998) as dividem em dois tipos: relações de transformação e relações de gestão. Nas relações de transformação estão os fenômenos físicos necessários para o funcionamento dos artefatos que compõem o sistema (transformações dos materiais), bem como os processos de manipulação desses artefatos. Voltando ao nosso sistema que tem por artefato o secador de cabelo, as relações transformadoras de caráter físico seriam a conversão de energia elétrica em cinética e térmica, e as ações de manipulação do próprio secador. As relações de gestão focam-se no fluxo de transmissão de informação entre os componentes de um sistema, permitindo ao usuário gerenciá-lo. Os botões do secador com símbolos de controle de temperatura e saída de ar, passam a mensagem necessária ao usuário, que ao interpretá-los é capaz de utilizar o artefato sem maiores problemas.

d. Objetivos: todo sistema técnico possui um objetivo claro para o qual ele foi construído e/ou está em funcionamento. Um secador de cabelo antigo pode virar uma peça de decoração num salão de beleza, porém essa não era a finalidade inicial para o seu desenvolvimento. Os sistemas técnicos possuem finalidades mensuráveis, para que os agentes do sistema conheçam suas propriedades e desempenho.

e. Resultados: nem sempre os resultados obtidos de uma ação intencional dentro de um sistema técnico são os resultados esperados. Por isso, é importante que os sistemas técnicos tenham bem definidos tantos os objetivos, quanto os resultados esperados e aqueles que de fato foram obtidos. É de se esperar que dois secadores de

cabelo façam o que se propõem, porém um seria mais eficiente se conseguisse fazê-lo sem danificar o cabelo.

O sistema técnico formado pelo secador de cabelo+energia+usuário foi uma escolha didática para tornar a explicação da estrutura e dos elementos que compõem um sistema técnico mais simples. Todavia, há sistemas, como uma rede de distribuição de energia, aeroportos, o próprio funcionamento e operação do avião, que são muito mais complexos e demandam a ação de vários agentes intencionais, inúmeros artefatos e uma rede estrutural de interações extremamente vasta e complexa. Contudo, independente da complexidade do sistema e da técnica nele empregada (empírica ou científica) ele será sempre constituído pelos componentes descritos anteriormente. No quadro a seguir (**Quadro 1**) estão descritos, de forma um pouco mais esquemática, os componentes de um sistema técnico.

Quadro 1 - Características dos sistemas técnicos

Componentes	Materiais	Matéria-prima
		Energia
		Equipamento (artefato)
	Agentes	Operadores
		Usuários
		Gestores
Estrutura	Ações de transformação	Transformações dos materiais
		Ações de manipulação
	Ações de gestão	Monitoramento
		Controle do sistema
Objetivos		
Resultados obtidos		

Fonte: adaptado de Quintanilla e Bravo (1998, p.27)

Segundo Quintanilla (1998), o conceito de sistema técnico, bem como a completa descrição de seus componentes, agrega a sua teoria a capacidade de interpretar o avanço tecnológico, a real aplicação das tecnologias alternativas, dentre outros conceitos relacionados ao estudo da técnica (tecnologia), pois tal modelo distingue os componentes materiais e interacionais, sem haver ambiguidade entre os valores técnicos, como eficácia, eficiência e os valores sociais, como rendimento econômico, sustentabilidade e utilidade. Assim, não há uma subversão da tecnologia em relação às vontades humanas, servindo apenas de ferramenta mediadora, como também permite enxergar que a tecnologia não avança sem a influência do homem. Por fim, a teoria dos sistemas técnicos permite unir o conhecimento técnico a outros fatores sociais como os valores culturais e a própria evolução tecnológica (QUINTANILLA & BRAVO).

2.5.2 Conhecimento técnico

Até aqui, temos discutidos dois conceitos essenciais para o modelo de Cultura Tecnológica desenvolvido por Quintanilla, a dupla conceitual técnica/tecnologia e os sistemas técnicos (e seus componentes). Ambos os conceitos, no método desenvolvido por Quintanilla, estão a serviço da aquisição e aplicação do *conhecimento técnico*, que segundo o autor "é aquele que se refere ou que se utiliza em um sistema técnico." (QUINTANILLA & BRAVO, p.31). Para entender tal relação conceitual é necessário enfatizar duas coisas: a primeira diz respeito a concretude dos sistemas técnicos, e a segunda disserta sobre o sentido abstrato do conceito de técnica.

Um sistema técnico é constituído por elementos materiais e concretos, que funcionam por uma teia de interações num espaço e tempo delimitados. Um artefato pode até ser incorporado de um sistema por outro, podendo ou não se adequar às novas condições. Até mesmo um sistema inteiro, pode ser incorporado por uma nova cultura, garantido-se uma conservação sistêmica de seus componentes - usuários capacitados a desenvolver as mesmas funções, objetivos similares, e as mesmas matérias-prima.

Já o intercâmbio de uma técnica, sendo ela artesanal ou tecnológica, é algo menos complexo, visto que a mesma técnica pode ser utilizada para fazer diferentes sistemas

técnicos funcionarem (QUINTANILLA & BRAVO, 1998). A complexidade estaria na disseminação (por ensino e aprendizagem) da técnica/tecnologia. Destarte, as técnicas podem ser vistas como o conhecimento prático e os sistemas técnicos como entidades concretas de aplicação desse conhecimento.

Ademais, a natureza do conhecimento técnico na teoria de Quintanilla baseia-se em dois conjuntos importantes: o conhecimento pode ser operacional (saber como fazer) ou representacional (saber sobre o que se faz), e também tácito ou explícito (ou formalizado). Assim, segundo o exposto, a descrição técnica de um artefato seria uma demonstração do conhecimento representacional e explícito (o manual de usuário dos produtos eletrônicos, por exemplo), enquanto a maioria das habilidades operacionais, fazer pão, por exemplo, são operacionais e tácitas. No entanto, falar que o conhecimento empregado na produção do pão é puramente operacional e tácito pode ser um erro. Quando nos referimos ao conhecimento compartilhado nos cursos de culinária, por exemplo, nos quais as técnicas ganham outra estrutura curricular, menos artesanal, pois estão atreladas ao conhecimento científico, o conhecimento técnico ganha um caráter mais explícito e representacional. Exemplificando dessa forma, como exposto pelo próprio Quintanilla (1998), pode-se afirmar que boa parte do conhecimento representacional e formalmente organizado que possuímos hoje origina-se de um processo evolutivo, histórico e social.

Como demonstrado até então, o sistema técnico é formado por componentes culturais, econômicos, organizativos e políticos; em outras palavras, componentes sociais, trazidos pelos seus agentes humanos em ações de gestão ou manipulação desses sistemas. Além do conhecimento técnico (operacional/representativo, tácito/explícito) que é desenvolvido e/ou aplicado nos sistemas técnicos, estes sofrem a influência de outros sistemas culturais que incluem o conhecimento científico, e outros componentes como os valores, habilidades e crenças. Assim, os sistemas técnicos são, na verdade, sistemas híbridos que se transformam e evoluem pela interferência dos demais sistemas sociais, assim como também os influenciam. Por essa razão, os sistemas técnicos podem assim ser denominados de sistemas sócio-técnicos (QUINTANILLA & BRAVO, p.39)

Sendo assim, a *Cultura Tecnológica*, no escopo deste referencial, é definida como: “uma cultura específica formada por todos os recortes culturais (informação descritiva, prática e valorativa) referentes aos sistemas técnicos.” (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.

39). Em outras palavras, a Cultura Tecnológica de um grupo é a informação cultural de caráter técnico inerente ao desenho, produção, desenvolvimento e qualquer outro tipo de atividade relacionada com tecnologia e compartilhadas pelos membros de um grupo social, inclusive suas crenças e valores frente a tecnologia (QUINTANILLA et al., 2011). Nessa concepção, a cultura tecnológica não diz respeito apenas ao conhecimento representacional explícito, como aquele presente nos manuais de usuário de um eletrodoméstico, ou nos livros de engenharia e estudos de tecnologia, mas também trata da invenção, difusão, produção e uso de tecnologia por qualquer membro da sociedade.

Nesse recorte cultural, o conteúdo simbólico (informação) é formado por dois componentes : (i) os primeiros são os componentes práticos da cultura, pautados nas regras de comportamento, habilidades e conhecimentos técnicos operacionais. (ii) o segundo diz respeitos aos componentes valorativos da tecnologia, que influenciam os objetivos, valores e preferências para o design, aquisição e uso da tecnologia, estando estreitamente relacionados ao conhecimento técnico representacional (QUINTANILLA & BRAVO, 1998). Esses componentes podem ser representados em duas modalidades: incorporados ou intrínsecos aos sistemas técnicos, constituindo a *Cultura Tecnológica Intrínseca*, ou não incorporados a esses sistemas, formando a *Cultura Tecnológica Extrínseca*.

2.5.3 Cultura Tecnológica Intrínseca ou Incorporada

Os sistemas técnicos incorporam vários conteúdos culturais, pois são compostos por agentes humanos que atuam em diferentes dimensões da prática tecnológica (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p. 41). Essas dimensões possuem múltiplos aspectos: os de caráter técnico, que se encontram contidos na produção ou emprego do conhecimento técnico por meio do uso de artefatos; os aspectos pessoais como desejos, interesses e necessidades humanas; aspectos organizativos, que incorporam a atividade e interesses econômicos da indústria e as demandas do mercado, que estão intimamente ligadas às necessidades dos usuários/consumidores; e, por último, os aspectos culturais que correspondem às crenças, valores, regras de condutas, leis, crenças, desejo e capacidade de inovação, consciência social e ambiental e a criatividade são alguns desses exemplos. A Cultura Tecnológica Intrínseca diz respeito aos primeiros aspectos e, portanto, pode ser definida como: “O conjunto dos conteúdos culturais incorporados a todos os membros de uma

classe de sistemas representativos de uma determinada técnica…" (QUINTANILLA, 1998, p. 13, traduzido por SZCZEPANIK, 2016, p.93).

A título de exemplo, pode-se citar as redes sociais que pertencem a uma rede cultural complexa de sistemas sócio-técnicos. Nesse caso, existe um conjunto de informações mínimas incorporadas ao uso e desenvolvimento das redes sociais para que elas funcionem. Seriam eles, por exemplo, um dispositivo digital com acesso à internet, fluência digital por parte dos usuários para manipular esses dispositivos e as interfaces de cada rede social e as normas de conduta estabelecidas por cada rede e por instanciais estaduais, como as políticas contra disseminação de notícia falsas.

Além desses conteúdos, no caso das redes sociais como sistemas técnicos, também são considerados conteúdos incorporados aqueles necessários para construir esses ambientes digitais, desde o gerenciamento desses produtos, até o seu desenho e produção. É interessante ressaltar, no entanto, que para utilizar uma rede social, os(as) usuários(as) não precisam necessariamente saber sobre o conhecimento técnico em programação e desenho desses ambientes. Alguns desses elementos são inclusive, ocultados dos usuários. Porém, para que o sistema funcione, os(as) usuários(as) precisam utilizar parte dos componentes incorporados pelos *designers* e programadores, não se limitando a eles. Por exemplo, ao idealizar o Facebook em 2004, Mark Zuckerberg jamais poderia supor que a rede construída para conectar estudantes em sua universidade teria, doze anos após sua criação, impacto significativo nas eleições presidenciais dos Estados Unidos da América por disseminação de notícias falsas e vazamento dos dados pessoais e de usabilidade dos seus usuários(as) (ALLCOT & GENTZKOW, 2017). Neste caso, uma rede social desenhada para conectar pessoas e promover bem-estar teve novas informações extrínsecas ao seu funcionamento incorporadas a partir das demandas de seus usuários, fazendo com que também fossem necessárias a inclusão de novas informações intrínsecas ao seu funcionamento, como as novas regras de uso para combater a disseminação de notícias falsas.

Para Quintanilla (1998), os conteúdos incorporados aos sistemas técnicos tornam-se ainda mais necessários para entender o desenvolvimento tecnológico, a transferências de tecnologia e, principalmente, as interpretações que usuários construirão para esses sistemas a partir de seus contextos sócio-culturais. Sobre o desenvolvimento tecnológico, é de senso comum assumir, segundo o autor, que os novos sistemas técnicos são evoluções de sistemas

pré-existentes, e que, por isso, seriam apenas substitutos dos antigos. Quando, na verdade, a depender do nível de desenvolvimento, esses novos sistemas demanda novos conteúdos culturais, não apenas na sua construção, mas principalmente nos seus componentes estruturais, mas também nos objetivos e resultados almejados.

Quanto à transferência de tecnologia, também costuma-se ser comumente celebrada a aquisição de novas tecnologias consideradas de ponta por países cujo acesso a essas tecnologias ainda é escasso. É o que Quintanilla (1998, p. 14) chama de "defasagem cultural". Por exemplo, caso um país resolva importar celulares com tecnologia de transmissão de dados 5G, mas não tenha uma rede de satélites capaz de suprir esse nível de transmissão, seus cidadãos dificilmente usufruirá desse novo sistema. Nesse sentido, constrói-se um ambiente no qual, hipoteticamente, os conteúdos desses novos sistemas não serão incorporados nesse contexto cultural e social, havendo também abertura para o aparecimento de novos conteúdos extrínsecos ao sistema, como a desvalorização da tecnologia 5G pelos cidadãos, visto que, em seu contexto, ela não funcionaria.

Por fim, sobre as interpretações que usuários podem vir a construir a partir dos conteúdos incorporados aos sistemas técnicos, elas podem surgir a partir de três tipos básicos de informação, que constituem a cultura, a saber:

a) os conhecimentos, informações e representações que possuem acerca dos sistemas técnicos, constituindo a Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional;

b) as habilidades práticas e regras de funcionamento necessárias para operar, desenhar ou construir um sistema técnico, podendo ser definidos como Cultura Tecnológica Intrínseca Operacional;

c) os valores e resultados esperados de cada uma das suas ações, para que atuem em harmonia com os resultados esperados do sistema, podendo ser denominada de Cultura Tecnológica Intrínseca Valorativa (QUINTANILLA et al., 2011).

Assim, a cultura tecnológica intrínseca seria para Quintanilla (1998, p.6): "O conjunto dos conteúdos culturais incorporados a [por] todos os membros de uma classe de sistemas representativos de uma técnica…". Sob tal ótica, o conteúdo cultural de cada sistema técnico seria distinto, dado a subjetividade dos diferentes agentes humanos. Espera-se, por tanto, que a partir dessas informações representacionais, operacionais e valorativas, os sujeitos possam

interpretar qual a função social daquele sistema, como operá-lo ou modificá-lo, e quais são os objetivos e resultados esperados para ele, quanto a sua eficiência e eficácia.

2.5.4 Cultura Tecnológica Extrínseca ou Não Incorporada

A cultura tecnológica extrínseca é definida por Quintanilla e Bravo (1988, p.44) como sendo toda a informação cultural (valores, atitudes, regras, crenças e normas) que estão relacionadas aos sistemas técnicos, mas não os integram. Os componentes desta cultura seriam, por exemplo, teorias ou opiniões sobre a influência da informação tecnológica que afetam a percepção social da tecnologia, mas não interferem no funcionamento dos sistemas técnicos.

A inclusão de tais componentes culturais mais amplos na cultura tecnológica justifica-se, segundo Quintanilla e Bravo (1998, p.45), na concepção de que os sistemas técnicos se desenvolvem em um contexto social mais amplos, interagindo com diferentes fontes de informação cultural. Segundo os autores, em um sistema técnico pode haver indivíduos que não são agentes intencionais do sistema (usuários(as), operadores(as), gerentes, desenhistas), porém suas culturas podem conter regras e valores que influenciam os sistemas técnicos. Por exemplo, em algumas religiões o uso de métodos contraceptivos como pílulas hormonais e preservativos são estritamente proibidos, mostrando um caráter contrário a uma determinada técnica. Esse recorte cultural, assim como tantos outros, de caráter mais ou menos positivo com relação ao emprego de tecnologias, também compõem a cultura tecnológica de uma sociedade. Ou seja, no caso dos recortes culturais que proíbem o uso de métodos contraceptivos, em vistas da preservação de valores e crenças, tal proibição não influencia diretamente no conhecimento, seja ele técnico, operacional ou valorativo necessário para a produção, e manuseio de tais métodos. Portanto, encontram-se desassociados dos sistemas técnicos. Em contrapartida, tais atitudes perante esses métodos podem influenciar a percepção social dessas tecnologias nesse recorte cultural, e nos demais a eles relacionados. Métodos contraceptivos, não serão mais ou menos eficazes caso um determinado grupo decida não utilizá-los, no entanto, eles podem chegar a perder valor social, caso esse grupo tenha forte influência social. Por isso, mesmo não sendo inerente ao

conhecimento técnico intrínseco aos sistemas, esse tipo de informação também possui forte impacto nos sistemas técnicos.

Desse modo, os componentes culturais de uma cultura técnica não são puramente tecnológicos. Eles sofrem influência, como simultaneamente determinam a conduta dos agentes intencionais, das pessoas. Em outras palavras, os valores, as ideias, a capacidade de criar e inovar humanos são tão relevantes para os sistemas técnicos quanto o conhecimento técnico neles empregados e por eles produzidos.

Visto que a cultura tecnologia não incorporada ou extrínseca também faz parte do repertório cultural tecnológico, ela encontra-se segmentada nos mesmos três aspectos que formam a cultura tecnológica intrínseca: representacional, prático ou operacional e valorativo ou avaliativo. Destarte, as informações da cultura tecnológica extrínseca compartilhadas por boa parte dos indivíduos que constituem uma sociedade também podem ser segmentadas em três tipos (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.46) :

> a) Conhecimentos científicos básicos, que não estão incorporados aos sistemas, mas são relevantes à técnica. Representações simbólicas da realidade que corroboram para a construção de uma imagem da tecnologia.
> b) Regras de uso ou atuação enraizados em fatores sociais, culturais, políticos e econômicos, a saber, receio de vacinar-se, no meio de uma pandemia com milhões de mortos, com o pretexto de estar sendo feito de cobaia em algum tipo de experimento governamental.
> c) Avaliações e articulações frente às tecnologias, como, por exemplo, a abertura ou falta dela por inovação, ou a disposição em confiar mais em tecnologias desenvolvidas fora do país, do que aquelas produzidas nacionalmente.

Sendo assim, o próprio modelo determinista da tecnologia, na qual a tecnologia constitui-se da pura aplicação da ciência, ou a linha tecnocrática, em que a tecnologia seria precedente à ciência, logo, superior a esta, são informações extrínsecas ao fazer tecnológico,

mas que, por outro lado, possuem forte influência na evolução dos sistemas técnicos, pois estão estreitamente relacionadas às políticas públicas que incentivam ou não o desenvolvimento tecnológico e programas de inovação. Como Quintanilla e Bravo mencionam (1999, p.44):

> As fronteiras entre os conteúdos culturais incorporados aos sistemas técnicos e a cultura técnica em sentido não incorporado não são fixas. O desenvolvimento e a difusão das tecnologias tem um duplo efeito: por uma parte ampliam o espectro de conteúdos culturais que se incorporam nos sistemas técnicos, por outra parte levantam a aparição de recortes técnico - culturais em sentido não incorporado. Um exemplo célebre do primeiro tipo é a incorporação de alguns recortes culturais da sociedade japonesa na organização de processos de produção tecnológica. Um exemplo do segundo tipo é a extensão ao público geral das controvérsias tecnológicas acerca da idoneidade, o risco, o impacto ambiental e as consequências sociais de determinados sistemas e projetos tecnológicos (QUINTANILLA & BRAVO, 1998, p.44).

Assim, é possível afirmar que, apesar de ser tipificada a partir de uma estrutura informacional semelhante à Cultura Tecnológica Intrínseca, as informações presentes na Cultura Tecnológica Extrínseca não possuem paralelismo direto. Quando falamos de informações representacionais, na perspectiva das informações incorporadas aos sistemas técnicos, estamos tentando defini-los, caracterizá-los tecnologicamente, dar corpo, estrutura, função ao sistema. Já as informações não incorporadas aos sistemas em caráter representacional estão muito mais relacionadas a como esses sistemas são percebidos socialmente, sua imagem, para o bem ou para o mal. Para as informações operacionais e valorativas o mesmo preceito se estabelece.

No caso dos conteúdos culturais operacionais intrínsecos, encontramos informações cuja função é orientar usuários e *designers* no uso ou construção de sistemas técnicos para funcionar conforme as expectativas; enquanto em seu caráter extrínseco, as informações operacionais se referem às regras de uso ou conduta que não possuem alicerce científico e baseiam-se nos valores e princípios dos usuários. Essas informações também dizem respeito aos conteúdos políticos, sociais, culturais e econômicos que influenciam na produção e uso dos sistemas técnicos, como as leis e normas de mercado.

Por fim, as informações valorativas intrínsecas tratam de valores como eficiência e eficácia dos sistemas tecnológicos. Seriam resultantes de pareceres e avaliações técnicas ou de usuários que se mostrarem satisfeitos, pois o produto funciona conforme o comunicado em suas especificações. As informações valorativas em caráter extrínseco falam da abertura social ao uso ou desenvolvimento de sistemas técnicos. Nesta categoria podemos enquadrar a preferência por estabilidade em detrimento à inovação, por exemplo. A partir de um olhar da cultura tecnológica extrínseca valorativa também é possível perceber os efeitos positivos e negativos que determinados sistemas técnicos possuem em relação a outros sistemas, como o meio ambiente e a sociedade- desde seu caráter amplo até o recorte do indivíduo. Isto é, o uso de agrotóxicos, por exemplo, pode até ser um sistema eficiente para combater pragas nas lavouras, expectativa para o qual foi desenhado, mas também traz danos sistêmicos que impactam negativamente, desde a saúde do indivíduo que consome esses alimentos, até a poluição de lençóis freáticos, exterminação de espécies florais e de animais que delas dependem, como as abelhas - causando desequilíbrio ambiental e social.

3. CAMINHOS METODOLÓGICOS

> [...]
> Me recuso (sic) a viver num mundo sem sentido.
> Estes anseios/ensaios são incursões em busca do sentido.
> Por isso o próprio da natureza do sentido: ele não existe nas coisas, tem que ser
> buscado, numa busca que é sua própria fundação.
> Só buscar o sentido faz, realmente, sentido.
> Tirando isso, não tem sentido.
> (Leminski, poeta brasileiro)

Este trabalho encontra-se delineado dentro de uma investigação qualitativa que, de acordo com Triviños (1987), tem como propósito o estudo do fenômeno social dentro de seu contexto, visando não apenas descrevê-lo em suas características gerais, mas interpretá-lo com o objetivo de identificar suas origens, as atividades e relações entre os sujeitos que o constituem, bem como os significados produzidos e utilizados nessas relações. Dada tal amplitude de aspectos que formam os fenômenos sociais, incluindo aqueles em educação, e o objetivo deste estudo, optamos por focar nossa pesquisa no estudo dos significados e sentidos referentes à Cultura Tecnológica presentes no livro didático de Biologia, discussões ainda pouco exploradas no cenário educacional brasileiro.

Frente a esse objetivo, há dois desafios que procuramos suplantar com esta investigação qualitativa. O primeiro diz respeito a superação das incertezas quanto à presença de informações referentes à Cultura Tecnológica nos livros. O segundo trata-se de colocar à prova o caráter objetivo deste trabalho, uma vez que tais informações venham a ser identificadas. A presença de tais informações e o sentido a elas atribuídos seriam apenas de uma visão subjetiva da autora deste trabalho ou seria essa uma visão comum à área de educação?

Ao analisarmos as diferentes estratégias e métodos de análise que poderiam ser empregados aqui, com o propósito de superarmos, ou melhor, sobrelevar esse cenário de incertezas, encontramos nos trabalhos de Bardin (1977) semelhanças epistemológicas e, por

isso, optamos por empregar tais técnicas como método para coleta e interpretação dos dados. Segundo a própria autora, a análise de conteúdo trata-se de:

> … um conjunto de técnicas de análise das comunicações, visando, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, obter indicadores quantitativos ou não, que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/ recepção (variáveis inferidas) das mensagens (Bardin, 1977, p. 40).

A análise de conteúdo, em sua vertente qualitativa, preocupa-se em revelar o sentido simbólico, que nem sempre é único, podendo mudar a partir da perspectiva em que o conteúdo é observado (MORAES, 1999, p.2–3). Por isso, para haver uma análise consistente é preciso exercitar a indução, por meio da articulação entre uma descrição estrutural dos textos, em caráter semântico ou linguística, e as estruturas sociais/psicológicas, ou seja, as variáveis relativas ao contexto da mensagem (BARDIN, 1977). Como citado por Leminski na abertura deste capítulo, o sentido não existe sem quem o interprete, seja na sua enunciação ou na recepção. Ele precisa ser buscado com base em premissas que orientam a quem o busca, estando presente e se constituindo a partir de seu contexto, como reafirma Moraes (1999):

> Na sua evolução, a análise de conteúdo tem oscilado entre o rigor da suposta objetividade dos números e a fecundidade sempre questionada da subjetividade. Entretanto, ao longo do tempo, têm sido cada vez mais valorizadas as abordagens qualitativas, utilizando especialmente a indução e a intuição como estratégias para atingir níveis de compreensão mais aprofundados dos fenômenos que se propõe a investigar (MORAES, 1999, p. 8).

Sendo assim, pode-se concluir que a estratégia mais qualificada para superar a incerteza da subjetividade é não evitar a última, pois os exercícios de inferência com base na hipótese e referencial adotados são fundamentais para acrescer não apenas em sentido mas também em rigor a experiência analítica das comunicações. Dessa forma, toda interpretação carrega consigo um juízo de valor, o que, neste trabalho, significa afirmar que recorremos aos trabalhos de Quintanilla para tornar evidente as possíveis causas e consequências que tal conteúdo, na forma e no momento em que é comunicado, pode exercer no cenário do Ensino de Ciências, no contexto da educação básica brasileira. Como afirma Morais (1999, p. 8-9): “De certo modo, a análise de conteúdo é uma interpretação pessoal por parte do pesquisador com relação à percepção que tem dos dados. Não é possível uma leitura neutra. Toda leitura se constitui numa interpretação.”

Por isso, a partir da análise de conteúdo foi possível fazer inferências profundas, de maneira sistemática, acerca dos significados e sentidos das mensagens coletadas, sob a ótica do referencial teórico aqui abordado. Optamos pela análise de conteúdo, pois não pretendíamos apontar concepções certas ou erradas com relação às abordagens que os livros trazem sobre tecnologia, mas sim estudar os elementos culturais representados nas mensagens (valores, pressupostos, tendências, conceitos e atitudes).

Ainda sobre o método, ou os métodos de análise de conteúdo, é possível afirmar que sua aplicabilidade carece de adaptações estruturais que irão ser regidas de acordo com diferentes elementos, mas em especial a hipótese ou hipóteses estabelecidas e ao tipo de objeto comunicativo analisado. A própria Bardin (1977, p. 31) afirma que:

> Não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos; ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações.

Dessa forma, a metodologia empregada para análise dos livros didáticos, a partir do referencial mencionado, foi constituída de três etapas propostas por Triviños (1987): pré-análise, descrição analítica e interpretação referencial, como descrito a seguir:

- *Pré-análise* : essa etapa objetiva a organização do material a ser analisado, para que a amostra ou amostras sejam identificadas (TRIVIÑOS, 1987). No caso deste trabalho, foi realizada a leitura do Guia PNLD para os livros de Biologia, publicado em 2017 (BRASIL, 2017), a fim de selecionarmos as coleções que comporiam a amostra.
- *Descrição analítica*: esse momento tem como finalidade um estudo inicial orientado pela hipótese e categorias criadas, tendo em vista o referencial teórico. As categorias de análise para este trabalho encontram-se descritas no Quadro 3**.** A partir da descrição analítica, foi possível identificar quais coleções teriam dados suficientes para contemplar a hipótese e as categorias, que ajudaram a sustentá-la de forma a creditá-la ou não.
- *Interpretação referencial*: essa etapa corresponde a uma análise mais aprofundada das relações entre a hipótese, o referencial adotado e as categorias de análise. Aqui são expostas e comentadas em detalhes as unidades de análise. Essas nada mais são do que o elemento de conteúdo a ser submetido às categorias de análise presentes no

Quadro 3. Deste modo, a unidade de análise adotada aqui e discutidas no Capítulo 4, foram formadas a partir de trechos (extratos) dos livros didáticos analisados.

3.1 PRÉ ANÁLISE

Iniciamos a primeira etapa de pré-análise pela leitura do Guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de Biologia. Dentre as 10 coleções aprovadas no edital, sete foram selecionadas para compor as análises deste trabalho, pois tais coleções foram explicitamente descritas no Guia, seja por meio da ênfase nos elementos das linguagens científica e tecnológica, seja propondo discussões acerca de temáticas relacionando ciência, tecnologia e sociedade. Assim, tomamos tais descrições como indicadores de que haveria elementos referentes à tecnologia e que, portanto, representariam uma amostra com potencial investigativo. Por isso, as seguintes coleções foram avaliadas:

Quadro 2 - Coleções com destaque à tecnologia no Guia PNLD Biologia

Código da coleção	Título da coleção	Editora	Autor(a) (res)	Ano de publicação/edição
C1	Ser Protagonista-Biologia	SM	André Catani et al.	3ª edição-2016
C2	Conexões com a Biologia	Moderna	Eloci Peres Rios Miguel Thompson	2ª edição-2016
C3	Biologia	Saraiva Educação	Caldini César Sezar	12ª edição-2016
C4	Integralis – Biologia: Novas Bases	IBEP	Nélio Bizzo	1ª edição - 2016
C5	#Contato Biologia	Quinteto	Leandro Godoy Marcela Ogo	1ª edição-2016
C6	Biologia – Unidade e Diversidade	FTD	José Arnaldo Favaretto	1ª edição-2016
C7	Biologia	AJS	Vivian L. Mendonça	3ª edição 2016

Fonte: adaptado do Guia PNLD/Biologia, 2017.

3.2 DESCRIÇÃO ANALÍTICA

No que diz respeito às categorias de análise utilizadas, tivemos como base as discussões levantadas no segundo capítulo deste trabalho que tem como principal abordagem o modelo de cultura tecnológica desenvolvido por Quintanilla (1998). Nesse modelo, bem como na delimitação do problema desta pesquisa, foi mencionado que um dos principais equívocos das discussões contemporâneas em Ensino de Ciências é acreditar que o desenvolvimento científico é o único responsável pelo desenvolvimento tecnológico, em outras palavras, que a tecnologia seria uma consequência direta da ciência, como mera aplicação — configurando o modelo linear de desenvolvimento tecnológico.

O desenvolvimento linear da tecnologia como consequência da evolução científica, reforça a ideia, segundo Ricardo (2015, p. 18), de que a tecnologia seria uma simples aplicação da ciência, num cenário em que a tecnologia seria consequência natural dos avanços da ciência. De acordo com Quintanilla (1998), Gardner (1999) e Cupani (2017), essa forma de compreender a tecnologia, apesar de inconsistente, é uma das mais aceitas e comunicadas universalmente, em especial, depois do avanço científico durante e após a Guerra Fria. Período no qual houve um rápido avanço tecnológico e científico. Por isso, decidimos ter como primeira categoria de análise uma categoria denominada Modelo Linear de Desenvolvimento Tecnológico (MLDT).

Em suas análises sobre a presença de tal modelo, nos livros didáticos de Física, Ricardo (2015, p.18) traz um exemplo “enfático”, encontrado em uma das coleções analisada, a saber:

> Até aqui procuramos mostrar que a Física, como toda ciência, é uma forma de conhecimento, uma das maneiras de que o ser humano dispõe para descrever e controlar os fenômenos naturais. Ela não é a única, mas é, sem contestação, a mais eficiente. As suas aplicações tecnológicas se multiplicam vertiginosamente e pode-se dizer que não há campo da atividade humana em que ela não influa de modo decisivo nos dias de hoje (C3-L1, p.18) (RICARDO, 2015, p.18).

Segundo o autor, tal caracterização da tecnologia pode levar aos leitores a ilusão de que as aplicações da Física no desenvolvimento tecnológico são, não apenas um fenômeno natural, já esperado, como também ocorrem em rápida velocidade.

Diferente da primeira categoria de análise, as próximas duas grandes categorias advém exclusivamente do Modelo de Cultura Tecnológica descrito por Quintanilla (1998), denominadas Cultura Tecnológica Intrínseca e Cultura Tecnológica Extrínseca. Além do que já foi dito**,** vale relembrar que cultura tecnológica se refere a toda informação cultural de um determinado grupo social, inerentes aos sistemas técnicos, englobando não apenas o funcionamento, como também o *design* e produção de novos sistemas, ou qualquer outra atividade que envolva tecnologia (QUINTANILLA et al., 2011, p.5). Sendo assim, podemos distinguir a cultura tecnológica em duas: a primeira alude às informações incorporadas aos sistemas técnicos (Cultura Tecnológica Intrínseca), e a segunda corresponde às informações que não interferem no funcionamento ou *design* de um sistema técnico, mas sim na forma como as pessoas percebem a tecnologia nesses sistemas Cultura Tecnológica Extrínseca).

A fim de melhor descrever e identificar tais categorias, iremos segmentá-las de acordo com o tipo de informação cultural identificada (representacional, operacional, valorativa), tomando como exemplo a metodologia utilizada por Groves e Escobar (2018, p. 124–125). Em súmula, as categorias e subcategorias de análise empregadas neste trabalho encontram-se identificadas na quadro a seguir:

Quadro 3. Categorias de análise do modelo de cultura tecnológica

Categorias	Subcategorias	Descrições/exemplos	Código da categoria
Modelo Linear de Desenvolvimento Tecnológico	-	Tecnologia como resultado natural de aplicações dos conhecimentos científicos.	MLDT
Cultura Tecnológica Intrínseca	Representacional	Conhecimento e informação tecnológica formalmente estruturados e representados. (Saber sobre o que se faz).	CTIR
	Operacional	Informações que dizem respeito ao uso ou funcionamento de uma técnica/artefato. (Saber como fazer)	CTIO
	Valorativa	Valores como confiabilidade e eficiência.	CTIV
Cultura Tecnológica Extrínseca	Representacional	Imagem compartilhada da tecnologia.	CTER

	Operacional	Interesses e normas de comportamento frente à tecnologia.	CTEO
	Valorativa	Avaliações, crenças, valores frente à tecnologia.	CTEV (CTEV+) (CTEV-)

Fonte: adaptado do trabalho de Groves e Escobar (2018, p.125).

Com relação à subcategoria cultura tecnológica extrínseca de caráter valorativo, optamos, assim como Groves e Escobar (2018, p. 125), por indicar também se essas informações trazem consigo conotações positivas (CTEV+), negativas (CTEV-), ou neutras (CTEV) nos casos em que não seja possível uma interpretação concreta, ou de possível contradição entre visões positivas e negativas.

Apesar da ênfase dada às relações CTS presente no Guia PNLD de Biologia (BRASIL, 2017), três das sete coleções mencionadas no Quadro 2 foram retiradas da lista de conteúdo a ser analisado. Tal recorte aconteceu após a segunda etapa de análise de conteúdo, a saber, descrição analítica, na qual tentamos identificar a presença inicial de trechos para cada uma das categorias de análise. Assim, as coleções C3, C4 e C7 não passaram pela etapa de análise referencial, pois não possuíam exemplos suficientes para, ao menos, três das seis subcategorias de análise.

Na coleção C3, pouco se discutia sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, havendo ainda menos ênfase às questões tecnológicas. Já as coleções C4 e C7 prezam mais pelo desenvolvimento da linguagem e método científico de análise, coleta e interpretação de dados, bem como trazem reflexões sobre a comunicação social da ciência. Porém, as discussões referentes à tecnologia são dissolvidas nos textos, com pouca frequência, e dizem respeito, em sua grande maioria, à tecnologia como ciência aplicada.

3.3 O LIVRO DIDÁTICO E O PLANO NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE BIOLOGIA

> Em sociedades como a brasileira, livros didáticos e não-didáticos são centrais na produção, circulação e apropriação de conhecimentos, sobretudo dos conhecimentos por cuja difusão a escola é responsável (LAJOLO, 1996).

Comparado a outros materiais de ensino, o Livro Didático ainda é um dos principais instrumentos utilizados por docentes e estudantes em sala de aula. É através dele que os conhecimentos, atitudes e valores são formalmente transmitidos dentro das escolas, solidificando-o como a mais importante ferramenta de mediação na construção e modificação dos significados por parte dos atores que constituem o contexto escolar. Para Araújo e Santos (2014), os LD são artefatos culturais, pois não possuem significado fixo, mas encontram-se numa inter-relação sócio-histórica com o contexto em que são empregados.

Nesse papel de instrumento mediador de consumo e produção de informação cultural, seja ela valorativa, operacional ou representacional, a literatura aponta que é também papel do LD guiar ou apoiar as práticas pedagógicas, servindo, em dados momentos, como um verdadeiro manual seguido a risca por alguns docentes (LAJOLO, 1996). Ou seja, segundo Selles e Ferreira (2004, p.4), "os professores descobrem nos livros não somente os conteúdos a serem ensinados, mas também uma proposta pedagógica que passa a influenciar de modo decisivo a ação do professor". Sobre essa característica do LD é possível argumentar o seguinte: (i) poderia haver uma relação de dependência entre a prática docente e o Livro Didático; (ii) essa dependência pode dificultar o desenvolvimento de olhar crítico acerca dos conteúdos e propostas presentes nos livros.

Em diversos trabalhos (EMMEL, 2015; BANDEIRA & VELOSO, 2019; FERREIRA, 2020; SELLES & FERREIRA, 2004; RODRÍGUEZ, 2006 apud EMMEL, 2015) os(as) autores(as) evidenciam que essa relação de dependência se deve ao uso dos livros textos como currículo e não como referência conceitual/didática. Seja pelo grande tempo gasto executando as aulas, sobrando pouco para dedicar ao planejamento, seja pela carência de uma formação inicial mais reflexiva sobre o papel dos Livros Didáticos, tal atitude acaba por dar ao LD um lugar de "autoridade máxima" (EMMEL, 2015, p. 62) no contexto escolar.

Sendo assim, é fundamental que as informações presentes nesse instrumento de ensino e aprendizagem sejam coerentes com o contexto social ao qual a escola encontra-se vinculada, tanto em caráter de conhecimento quando normas de conduta e valores. Dessa forma, ainda que não determine exatamente o cotidiano da sala de aula, o LD é responsável

por mediar a ação de docentes e estudantes, tanto no momento de aula, quanto no estudo individual.

O desafio do argumento posto, está em docentes considerarem que o LD, assim como o currículo, tratam-se apenas de um conjunto/listagem de conteúdos a serem aprendidos por estudantes, fortalecendo uma visão neutra desses artefatos culturais. No entanto, segundo Lopes e Macedo (2011), o currículo seria:

> [...] uma prática discursiva. Isso significa que ele é uma prática de poder, mas também uma prática de significação, de atribuição de sentidos. Ele constrói a realidade, nos governa, constrange nosso comportamento, projeta nossa identidade, tudo isso produzindo sentidos (LOPES & MACEDO, p. 41).

Como atentam EMMEL (2015) e Ferreira (2020), ao ser considerado como currículo, ou por ser a materialização do currículo (GOODSON, 1994 apud FERREIRA 2020), os Livros Didáticos são também passíveis de disseminar informações culturais, promovendo ou fortalecendo relações ideológicas de poder, que advogam contra ou a favor dos valores que melhor correspondem aos interesses da ideologia dominante. Ou seja, o LD é produto cultural, como também serve de instrumento na produção de cultura, portanto, tem forte influência sobre os diferentes modos de pensar e fazer cultura, incluindo a tecnológica, existindo ou não informações sobre ela, especialmente quando não há. Desse modo, pois ao ausentar leitores(as) da discussão sobre tecnologia, nos momentos em que ela poderia ser melhor representada ou inserida, os livros constroem um cenário social no qual os conhecimentos tecnológico são dispensáveis.

A partir dessas reflexões é possível investigar qual a imagem que os Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio, aprovados no PNLD de 2018, têm disseminado sobre o modo de pensar e fazer tecnologia.

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), como já referido, é um projeto de instância federal, sob coordenação do Ministério da Educação (MEC), voltado à seleção, classificação e distribuição de livros didáticos e, em algumas edições especiais do programa, livros paradidáticos, para todas as instituições de ensino público do território nacional. Historicamente, segundo Cury (2009), o PNLD foi institucionalizado em 1986, juntamente

com um conjunto de medidas de assistência estudantil, possuindo como finalidade democratizar o acesso a uma educação de qualidade para estudantes do antigo ensino de 1º grau.

Nesses mais de 30 anos, o programa tem levantado algumas opiniões. Como principais pontos de atenção é possível elencar: (i) a padronização de um modelo de livro, seguindo livros já conceituados no mercado, (ii) o descompasso ou atraso na entrega dos livros às escolas e no lançamento do Guia do Livro Didático, que apoia os(as) docentes nas escolhas dos exemplares, (iii) a existência de um possível viés político, ideológico e econômico, da comissão que define os critérios que constituem o programa e avaliam as coleções (MANTOVANI, 2009; DI GIORGI et al., 2014). Dos diversos pontos positivos, os mesmos autores destacam: (i) a democratização do saber, diminuindo o abismo entre docentes e estudantes e o acesso à informação qualificada, (ii) o apoio didático aos(às) docentes para estruturarem seus planos de aula e práticas pedagógicas, (iii) apoio ao estudo individual, passando segurança para às famílias de que estudantes possuem um material didático de qualidade, e, por fim (iv) o protagonismo docente na escolha dos exemplares, dando mais oportunidade para uma prática pedagógica crítica e reflexiva.

Sendo assim, no PNLD, a escolha do livro é feita pelos(as) professores(as) e secretariais municipais e estaduais, tendo como documento de referência para a seleção das coleções o Guia PNLD para as diferentes disciplinas e segmentos. Além de elencar os critérios levados em consideração para a seleção e classificação das obras aprovadas no edital do programa, esse documento traz uma análise descritiva das características que se sobressaem e diferenciam cada coleção aprovada no edital. Adicionalmente, há uma seção dedicada a fornecer possíveis aplicações dos livros em contextos de ensino e aprendizagem.

O Guia PNLD de Biologia afirma que o ensino dessa componente precisa estar:

> [...] **voltado para uma leitura crítica do mundo em que vivemos**, selecionando e organizando os conhecimentos a serem ensinados de modo que **contribuam para uma formação cidadã dos estudantes do Ensino Médio**.
>
> [...]
>
> Nesse processo, a disciplina escolar Biologia tem servido para se ensinar tanto uma certa visão de ciência e do fazer científico quanto **temáticas contemporâneas importantes**.
>
> [...]

> Se, no século 20, certos conhecimentos biológicos foram apropriados com finalidades bélicas e racistas, a presença da Biologia na escola contemporânea, certamente, pode garantir a existência de um **profícuo debate sobre as implicações éticas e sociais da produção científica e tecnológica no mundo** (BRASIL, 2017, p.11-12, grifos nossos).

Nesse sentido, os critérios definidos para seleção das obras submetidas ao edital PNLD de 2017 para o Ensino de Biologia deveriam favorecer coleções que viabilizam tais objetivos curriculares. Tratando-se especificamente das relações entre o ensino de ciências, a sociedade e a tecnologia, o Guia PNLD de Biologia é ainda mais específico e estabelece o seguinte critério

> **apresenta os conhecimentos da Biologia como parte da cultura, utilizando as formas específicas de expressão da linguagem científica e tecnológica**, bem como suas manifestações nas mídias, na literatura e na expressão artística; (BRASIL, 2017, p.15, grifo nosso).

No entanto, o edital do PNLD não menciona como tal critério deverá ser contemplado nas coleções, deixando livre para que as editoras escolham diferentes formas de abordagem. Sendo assim, as discussões sobre CTS, ou que podem ser entendidas dentro desse escopo conceitual, ora aparecem contempladas por propostas metodológicas específicas, ora imersas no conteúdo técnico-conceitual, estando ausente uma situação ou seção dedicada para atender ao critério mencionado.

No PNLD de 2018, terceira edição para o segmento do Ensino Médio, foram aprovadas dez coleções para o componente de Biologia. O próprio Guia leva a entender que algumas coleções atribuem maior ênfase às relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade em detrimento a outras. O exemplo a seguir menciona a presença explícita dessas discussões em uma das coleções:

> [A obra] Propõe atividades que estimulam os estudantes para a participação, o trabalho coletivo e a tomada de decisões, especialmente sobre questões ligadas à presença da Ciência e tecnologia na sociedade, tais como avanços da medicina, biodiversidade e ação humana (BRASIL, 2017, p. 41).

Dessa forma, algumas obras apresentam seções e boxes, de texto e atividades, geralmente ao final de cada capítulo, ou diagramados ao lado do conteúdo principal, com o

propósito de articular os conhecimentos da Biologia com a tecnologia e a sociedade. É também possível identificar essas relações dissolvidas ao longo do conteúdo científico-técnico, indicado normalmente no ramo editorial como “conteúdo base” ou “conteúdo principal”.

Assim, ao ocupar um lugar de artefato cultural, construindo e disseminando sentido, definimos como de suma importância uma investigação sobre quais informações culturais sobre tecnologia o Livro Didático de Biologia está instrumentalizando no contexto educacional do Ensino Médio brasileiro.

Esperamos, a partir desses referenciais, que direcionam nosso olhar para o entendimento do que poderia ser uma Cultura Tecnológica, e que nos apoiam a entender o Livro Didático como artefato capaz de produzir significados culturais, construir um olhar crítico e analítico, para analisar as coleções apresentadas na seção seguinte. Com esse propósito, a próxima seção deste trabalho destina-se a detalhar como tal investigação foi estruturada.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DOS DADOS

A determinação do que seriam as unidades de análise, em outras palavras, o elemento de conteúdo a ser submetido às categorias do Quadro 3., como mencionado por Moraes (1999, p.6), deve, após retiradas dos seus contextos originais, possuir sentido em si própria, sem que haja perda relevante de seus significados. No entanto, o autor ainda ressalta que, como qualquer análise de conteúdo, a subjetividade do(a) pesquisador(a), orientada pelo referencial adotado, implica, invariavelmente, em alterações e ressignificações da mensagem original. Essas perdas justificam-se e são completamente aceitáveis em favor de uma melhor compreensão e estudo das hipóteses observadas (MORAES, 1999).

Desse modo, a unidade de análise adotada aqui foi a temática central dentro de cada tópico, subtópico e seção que formam os livros didáticos. Por exemplo, numa página com apenas um título, cujo tema central é transcrição do Ácido desoxirribonucleico (DNA), foram retirados os trechos que envolviam o tema com a cultura tecnológica, representada pelas categorias de análise. Esses trechos formaram as unidades de análise. Caso, nessa mesma página, houvessem unidades de análise que contemplassem diferentes categorias, mas todas

dissertassem sobre transcrição do DNA, cada uma dessas unidades foi registrada, relacionando-as a sua categoria correspondente. Em outras palavras, tem-se a representação do mesmo tema sob diferentes perspectivas da sua relação com a tecnologia.

É importante ressaltar que as quatro coleções analisadas aqui foram construídas de acordo com seus próprios desenhos instrucionais, o que significa dizer, dentre outras coisas, que elas possuem estruturas únicas. Por exemplo, algumas apresentam exercícios ao longo dos textos do conteúdo principal, outras trazem exercícios apenas no final de cada unidade ou capítulo. Porém, todas trazem ao longo das páginas, de forma não regular, boxes e seções que relacionam a biologia com outros contextos, sejam eles outras áreas de conhecimento, ou contextos sociais e tecnológicos. Por conterem intencionalidades pedagógicas específicas, esses boxes e seções delimitam situações de ensino e aprendizagem diversas, que, na maioria das vezes, são interdisciplinares e socialmente contextualizadas, por isso, as unidades de análise identificadas neles foram contabilizadas independentemente se abordavam a mesma temática tratada no conteúdo central. Assim, identificamos que esses boxes e seções constituem um outro grupo de unidade de contexto, diferente do conteúdo central. Tendo como exemplo a mesma página hipotética, cuja temática central é transcrição do DNA, caso essa página tivesse um boxe ou seção que abordasse o tema e estivesse relacionado às categorias de análise empregadas, ele também seria registrado, de acordo com sua respectiva categoria. Sendo assim, a análise de conteúdo deste trabalho possui duas unidades de contexto: o conteúdo central de cada página e os boxes e seções idiossincráticas das coleções. De ambos foram retiradas as unidades de análise que se delimitam pelos temas que abordam e pelas categorias de análise (Quadro 3) as quais estão relacionadas.

Desse modo, as análises aqui desenvolvidas serão baseadas nessas categorias, sob hipótese de que as coleções evidenciadas no Guia PNLD de Biologia (BRASIL, 2017), e selecionadas após a análise descritiva (C1, C2, C5 e C6), servirão como fonte de dados, por trazerem abordagens que relacionam o estudo e ensino de ciências com questões tecnológicas e sociais, que contemplam as categorias. O próximo capítulo descreverá a terceira etapa de análise de conteúdo, a saber, interpretação referencial.

4. REPRESENTAÇÕES DA CULTURA TECNOLÓGICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA: ANÁLISE E DISCUSSÕES

Em nossas análises procuramos descrever e interpretar, à luz do modelo de Cultura Tecnológica desenvolvido por Quintanilla (1998), como a Cultura Tecnológica está representada no livro didático brasileiro de Biologia. Iremos retratar e discutir os casos mais explícitos e ilustrativos de cada categoria apresentadas anteriormente.

Vale ressaltar que, por se tratarem de subcategorias nas Cultura Tecnológica Intrínseca e Cultura Tecnológica Extrínseca, nem sempre as fronteiras entre as informações representacional, operacional e valorativa dessas categorias são bem delimitadas. Por vezes, até o limite entre a Cultura Tecnológica Intrínseca e Extrínseca é tênue (RICARDO, 2015). No entanto, forneceremos informações suficientes para responder à pergunta da pesquisa: como a Cultura Tecnológica é representada nos livros didáticos de Biologia? A partir dessas análises, objetivamos levantar alguns debates a respeito das decorrências culturais, sociais e, principalmente, educacionais que podem estar atreladas a tais representações.

Para fazer referência às coleções e livros, assim facilitando a leitura, empregamos a seguinte simbologia: C para coleção e L para livro (volume) da coleção. Dessa forma, C5-L3 servirá para representar o volume de número 3 (correspondente à terceira série do Ensino Médio) da Coleção 5 (Quadro 2), seguida da numeração de página.

A fim de agregar mais significado aos extratos selecionados para compor essas análises, no início de cada extrato, encontra-se indicado entre colchetes de qual parte dos Livros Didáticos aquele trecho foi retirado. Por exemplo, [Seção] Ciência Tecnologia e Sociedade indicará que aquele extrato encontra-se destacado em uma seção específica do capítulo, enquanto [Conteúdo base] será utilizado para indicar que o trecho foi retirado do conteúdo central do capítulo.

4.1 MODELO LINEAR DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Nesta primeira categoria estão contempladas as discussões que corroboram a noção de tecnologia como consequência natural da aplicação dos conhecimentos científicos. Poderia também estar implícita a ideia de que a ciência antecede a tecnologia, ou até mesmo, é

fundamentalmente necessária para que a tecnologia seja criada/aprimorada. Como primeira evidência, trazemos o trecho a seguir:

> [Seção] Trocando ideias
> A relação entre o cientista e a sociedade
>
> Observe as imagens a seguir.
> A partir dessas imagens, reflita sobre a seguinte questão: a sociedade influencia a ciência ou a ciência influencia a sociedade?
> À medida que a sociedade se desenvolve, a ciência busca soluções para os problemas que surgem com esse desenvolvimento. Ao mesmo tempo, enquanto novas descobertas científicas são feitas, mais modificações ocorrem na sociedade. E qual é o papel do cientista nessa sociedade? Os cientistas realizam estudos que podem impactar direta ou indiretamente nossa sociedade, o ambiente e o próprio ser humano. [...] (C5-L1, p.22)

Figura 1- Exemplo da seção "Trocando ideias" presente na Coleção 5

Fonte: (C5-L1, p.22).

A seção "Trocando ideias" aparece ao final de alguns capítulo e tem como finalidade apoiar estudantes no desenvolvimento da argumentação e na construção de um olhar crítico sobre a ciência (C5- L1, L2 e L3, s/p). Ao contrário dos demais extratos, optamos por acompanhar o trecho dissertativo do imagético, pois acreditamos que os elementos gráficos,

neste cenário, especificamente, desempenham papel importante na construção de diversos sentidos. Esse extrato trata-se de uma atividade de contextualização e levantamento de conhecimento prévio na qual é solicitado aos(as) estudantes que reflitam, a partir das imagens, sobre a relação entre desenvolvimento científico e desenvolvimento social. A partir da atividade, é esperado que estudantes consigam perceber que existe uma relação mutualística entre esses campos, assim como a ciência é responsável pelo desenvolvimento social, também a sociedade é responsável por demandar desenvolvimento científico. Como conclusão, além de uma relação que parece benéfica, fortalecendo a ideia de quanto mais desenvolvimento científico mais desenvolvida será a sociedade, o texto menciona que esses avanços também podem trazer impactos negativos, como aqueles de ordem ambientais.

Poderíamos extrair diversas conclusões a respeito da não neutralidade da construção do conhecimento científico somente utilizando esse trecho como exemplo. Todavia, precisamos destacar aquelas que tratam justamente do que foi deixado de fora do extrato acima, e que dizem respeito ao fazer tecnológico. A partir dessa atividade, fica explicitado a ideia de que bastaria o conhecimento científico para haver desenvolvimento tecnológico. Ou seja, a inclusão de tecnologia no campo, nas práticas médicas, na indústria bélica, na produção de energia e nos estudos espaciais são todas fruto meramente do conhecimento científico. São representações como essas que podem levar a deduções totalmente distorcidas de como os campos, ciência, tecnologia e sociedade realmente se relacionam.

Em todas as coleções analisadas encontramos a tecnologia associada ao Modelo Linear de Desenvolvimento Tecnológico (MLDT), em grande medida a partir da aplicação de conceitos e processos biológicos na indústria, principalmente na produção de alimentos e fármacos. Nesse entendimento, os produtos e processos tecnológicos foram explicados apenas do ponto de vista biológico, como se pouco ou nenhum conhecimento tecnológico fosse empregado na industrialização desses produtos. O exemplo a seguir, serve de ilustração para essa categoria:

> [Conteúdo base] Fermentação acética
>
> Esse tipo de fermentação é usado na fabricação do vinagre, uma solução com ácido acético que pode ser produzida com vinhos ou sucos. No início, o processo industrial é totalmente anaeróbico, usando-se a mesma levedura empregada na produção de vinho e cerveja.

> Após a glicólise e a fermentação alcoólica, a concentração de álcool etílico na solução é ajustada de modo que fique entre 10% e 13%. Finalmente adicionam-se acetobactérias, que transformam o álcool em ácido acético. (C1-L1, p.115)

No trecho destacado acima, é abordado o processo de produção industrial do vinagre. Por trata-se de um produto vastamente consumido no mercado nacional, produzido em larga escala e de valor bastante acessível, contextos como a industrialização do vinagre possuem um rico potencial para iniciar discussões mais profundas sobre quais conhecimentos, incluindo os tecnológicos, estão envolvidos no seu processo de industrialização. No entanto, o que podemos observar é a concepção de que a industrialização do vinagre se da pelo desenvolvimento natural de processos bioquímicos, excluindo os conhecimentos tecnológicos. Não são apontados os elementos da Cultura Tecnológica inerentes a produção do vinagre, como, por exemplo, os elementos físicos, como todo o maquinário envolvido na produção e os conhecimentos tecnológicos das diversas formas de agir nesse sistema, desde informações operacionais para manipulação dos maquinários, até aqueles que dizem respeito à gestão dos processos industriais.

Abordagens como essa, que vem na tecnologia uma aplicação linear do conhecimento científico, também dificultam uma análise ainda mais sistêmica do fazer tecnológico por ocultar informações que não necessariamente compõem os sistemas técnicos, mas são diretamente influenciados por eles. Por exemplo, não fazem parte dessas discussões as questões sociais e ambientais diretamente relacionadas aos processos industriais. Elas até aparecerão em outros momentos desta análise, como mostraremos a seguir, mas apenas em contextos nos quais a presença de tecnologia é obvia, ou seja, onde os produtos tecnológicos, como artefatos, são debatidos.

Esses achados encontram-se em total compasso com os encontrados por Quintanilla (et al., 2011), ao analisar todos os LD do Ensino Médio espanhol utilizados no evento da sua pesquisa. Após criar uma rede de palavras cujo temo central era “indústria” o autor demonstrou que há mais conexões entre o par industria-ciências do que entre o par indústria-tecnologia. Quintanilla et al. (2011) ainda argumentam que apesar da indústria encontrar relações com a tecnologia, os processos industriais eram mais comunicados por uma perspectiva mais científica do que utilizando conhecimentos tecnológicos.

Dessa forma, representações como as que estimulam a visão do MLDT acabam levando para a sala de aula uma industrialização ilusória, limitando o espaço imaginativo para que estudantes enxerguem-se como partes integrantes desse processo - seja em posições diretamente relacionadas à indústria, seja como consumidores conscientes de seus produtos.

Ainda nessa mesma categoria, encontramos outros trechos em que se pode identificar a transposição quase automática do conhecimento científico em produtos tecnológicos, ainda no setor industrial. O seguinte trecho retirado do boxe "Biologia e cotidiano", que tem como finalidade pedagógica "ampliar e contextualizar o conteúdo" (C1-L1, L2 e L3 p.5), ainda da primeira coleção serve de ilustração:

> [Boxe] Biologia no cotidiano
> Bactérias do queijo coalho
>
> Bactérias do gênero Lactobacillus foram selecionadas [...] para produção de um novo fermento lácteo que poderá ser utilizado na produção do queijo coalho industrial. [...] O processo de escolha de três cepas bacterianas [...] durou 10 anos. O material selecionado foi testado e as bactérias foram utilizadas em duas formulações diferentes. Ambas foram eficazes na fabricação de queijo com leite pasteurizado. (C1-L1, p.116)

A Coleção 1 utiliza de um conjunto de boxes, semelhante ao "Biologia no cotidiano" exemplificado no extrato acima, para promover quatro pilares pedagógicos principais: a contextualização e a interdisciplinaridade, o compromisso, a visão crítica e a iniciativa. No caso do extrato acima, o Livro 1 sinaliza que o objetivo do boxe seria fornecer insumos para o desenvolvimento do primeiro pilar, a partir de "termas atuais, construindo, assim, uma visão ampla e integrada dos fenômenos estudados" (C1-L1, L2, e L3, s/p) com outras áreas de conhecimento. Nesse extrato, assim como no exemplo anterior, podemos, novamente, interpretar que a produção industrial de queijo coalho é resultado natural da ação de bactérias. Ou seja, a produção do queijo seria apenas um contexto da aplicação do conhecimento científico. No exemplo, ressalta-se o longo período dedicado à seleção das bactérias adequadas ao contexto de industrialização, porém, não são mencionadas as razões para que tal processo fosse tão demorado. Quais características essas bactérias deveriam ter para que fossem consideradas adequadas? Quem determina essas características? Perguntas como essas podem gerar informações fundamentais para o desenvolvimento de qualquer sistema técnico. Sendo assim, o trecho acima que tinha como objetivo pedagógico oportunizar conexões mais

contextualizadas e interdisciplinares entre a ciência, tecnologia e a sociedade, tornou-se um espaço no qual, novamente, estudantes interagem com uma concepção limitada dos conhecimentos necessários ao fazer tecnológico - tanto aqueles que estão incorporados à produção do queijo, quanto aqueles que o rodeiam.

O Modelo de Desenvolvimento Linear da Tecnologia é também evidente quando o contexto em questão é a indústria farmacêutica, como exemplificado abaixo:

> [Conteúdo base] Uso das bactérias pelo ser humano
>
> [...]
>
> Já a indústria farmacêutica usa bactérias para a produção de vitaminas, antibióticos e outros medicamentos. A neomicina é um antibiótico obtido a partir de bactérias do gênero Streptomyces. A toxina botulínica, extraída da bactéria Clostridium botulinum, atua sobre os nervos, paralisando temporariamente as contrações musculares, o que faz com que seja usada para atenuar rugas e linhas de expressão.
>
> Diversos compostos são produzidos por meio de técnicas de DNA recombinante que fazem uso de bactérias. É o caso da insulina sintética, produzida pela inserção de fragmentos de DNA humano que codificam a produção desse hormônio no material genético de bactérias. A insulina sintética é mais bem aceita pelo organismo humano e provoca menos efeitos que a insulina de origem animal. (C1-L2, p. 30)

Tanto o antibiótico quanto a insulina são fármacos que não são produzidos somente com a aplicação de bactérias. Sem dúvidas, elas são organismos essenciais na produção, mas novamente, os conhecimentos sobre esses organismos não são suficientes para empregá-los na produção de neomicina. O que parece diferenciar as duas indústrias, alimentícia e farmacêutica, é que parece existir um entendimento de que para a segunda o uso de equipamentos e processos mais sofisticados é condição necessária, por isso, eles são, em alguma medida, mencionados. Na sequência, o próprio texto menciona o emprego da técnica de DNA recombinante como sendo responsável pela produção de insulina sintética, porém ao brevemente definir a técnica de DNA recombinante, o texto o faz apenas citando os conhecimentos científicos necessários, dando um aspecto totalmente orgânico/biológico a um processo que é quase completamente artificial e demanda alto conhecimento tecnológico.

Os trechos descritos e analisados até aqui correspondem a bioprocessos, que tratam da aplicação industrial de organismos como bactérias e fungos, ou produtos celulares como enzimas e proteínas em reações biotecnológicas, visando a produção de matérias-prima, esterilização de substâncias, ou aplicação direta em substratos para obtenção de produtos

finais. Com os avanços tecnológicos e científicos das últimas quatro décadas, esses bioprocessos são empregados na industrialização de bebidas, alimentos, medicamentos e diversos compostos industriais ao redor do mundo. Pela sua vasta aplicação industrial, eles receberam espaço cativo em todas as coleções com objetivos pedagógicos semelhantes: apoiar estudantes a reconhecer contextos nos quais os organismos envolvidos nos bioprocessos eram empregados, construindo assim uma conexão entre o conhecimento científico, a tecnologia e a sociedade (SOUSA et al., 2013).

Apesar de apoiarem estudantes e professores a aproximarem temas que parecem distantes do cotidiano dos(as) estudantes, essas representações podem resultar, como argumentado, em representações distorcidas do fazer tecnológico e da relação deste com o conhecimento científico. Nos exemplos que abordam bioprocessos, pouco ou quase nada é falado dos fatores tecnológicos, como, por exemplo, das condições necessárias para que um organismo seja considerado apropriado para ser implementado na indústria. Além de não ser patogênico e apresentar constância quanto ao seu comportamento fisiológico, todas as demais características desses organismos dizem respeito a sua eficácia e eficiência dentro de um determinado processo - fatores inerentes ao fazer tecnológico. Por exemplo, esses organismos não podem demandar contextos de manipulação muito complexos e economicamente dispendiosos, precisam ser altamente eficientes na conversão de substrato em produto e possuir uma rápida taxa de conversão entre substrato e produto final. Todas essas características são deixadas de lado quando esses bioprocessos foram descritos nas coleções, levando estudantes a entenderem que apenas o conhecimento sobre os aspectos biológicos de cada processo era suficiente para os resultados alcançados. Ou seja, tornando trechos como esses excelentes exemplos de como o conhecimento tecnológico é, muitas vezes, mal representado, ou nem mesmo mencionado, levando a interpretações equivocadas de que a tecnologia é consequência natural e linear do conhecimento científico. Como mencionado por Gardner (1999), esse tipo de representação por si só já é problemática, pois não apresenta aos(às) estudantes a maneira como o conhecimento foi produzido e aplicado, deixando de lado inclusive o papel dos sujeitos envolvidos, como profissionais da biotecnologia, engenharias e gerenciamento de processos. Como estudantes ver-se-iam ocupando determinadas posições no mercado de trabalho, sem elas serem mencionadas? Ademais, quando as informações tecnológicas são ocultadas ou mal representadas, estamos privando estudantes de conhecerem os desafios inerentes a esses processos, tanto do ponto de vista tecnológico, quanto aqueles de caráter social, econômico e ambiental.

Em virtude disso, ideias como essa também acabam distanciando estudantes até mesmo dos desafios tecnológicos envolvidos nas diversas áreas da indústria, limitando socialmente a capacidade de inovação. Nesse sentido, Quintanilla (1998) argumenta que não existe um contexto ideal para que a invenção de novas técnicas seja mais viável. No entanto, existem alguns elementos culturais que podem facilitar ou dificultar essas evoluções. Segundo o autor:

> Uma sociedade com um elevado nível de formação científica e técnica terá mais possibilidades de projetar novas aplicações técnicas do conhecimento disponível e de utilizar seus recursos cognitivos para resolver de forma inovadora problemas práticos. Naturalmente, isso não é suficiente, mas melhora a situação se se dispõe de um bom repertório de práticas técnicas e predominam nessas sociedades pautas de comportamento e valores orientados por princípios de eficácia e eficiência, e, além disso, se tratar de uma cultura aberta à novidade e na qual se valoriza a criatividade. (QUINTANILLA, 1998, p. 9-10)

Contrário ao que enxergamos nos extratos anteriores, há também uma representação mais próxima, ainda que pouco detalhada, de como a tecnologia é relevante para o sucesso desses bioprocessos. Em geral, essa representação é comum a capítulos centrados na discussão dos conhecimentos biotecnológicos. Esses capítulos tendem a aparecer nos últimos volumes da coleção - depois que estudantes já tiveram contato com os conhecimentos básicos de genética molecular. A seguir, trazemos um exemplo que enquadramos na categoria Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional, por trazer elementos inerentes aos sistemas técnicos:

> [Conteúdo base] Introdução a Biotecnologia
>
> [...]
>
> Um outro exemplo que pode ser citado é o da insulina recombinante humana, considerada o primeiro produto biotecnológico, que foi produzida em 1978 utilizando-se uma bactéria geneticamente modificada. Com os avanços tecnológicos, a biotecnologia possibilitou também o desenvolvimento de vacinas, medicamentos, diagnósticos e tratamento de doenças, entre outros. (C5-L3, p. 95)

Diferente dos trechos exemplificados até então, o destacado acima menciona elementos ditos intrínsecos aos sistemas técnicos, como dissertamos nos referenciais deste trabalho. A partir desse trecho pode-se destacar como elementos inerentes à Cultura Tecnológica os materiais e técnicas utilizados, respectivamente produtos celulares bacterianos

e as técnicas de engenharia genética, em ações de transformação e manipulação para produção de insulina. As próximas seções deste trabalho dedica-se-ão especificamente à discussão da Cultura Tecnológica, e a partir delas esperamos fornecer mais elementos que ajudem a formar uma imagem mais nítida de como as informações relativas à Cultura Tecnológica apareceram nas quatro coleções. No entanto, trouxemos esse extrato aqui para destacar que as coleções tratam do mesmo tema com complexidades distintas ao longo dos volumes, por isso, nem sempre é dada a devida importância às informações de origem tecnológica. Aparentemente, parece-se utilizar de uma representação menos elaborada e compartimentada no campo da Biologia, quando o objeto de estudo são os bioprocessos no contexto industrial. Vemos essa imagem, em especial, quando esses são muito abstratos ou complexos, formados por várias etapas e agentes. Assim, nesses trechos os produtos e processos tecnológicos aparecem como resultados esperados e naturais da aplicação dos conhecimentos científicos.

Entretanto, é possível observar alguns casos em que os livros escapam da concepção do MLDT. Por diversas vezes, nos doze volumes, é proposto que o avanço tecnológico, em especial a microscopia eletrônica e os aparelhos de imagem por meio do uso de ultrassonografia e radiação, foram essenciais ao desenvolvimento da Biologia, abrindo espaço para novos campos conceituais como a Biotecnologia e Bioinformática, o que nos leva a acreditar na proposta de uma nova categoria de análise inerente ao ramo da Biologia, que consiga também explicitar tais relações, para além dos limites impostos pelo referencial adotado nessas análises. Essa possível nova categoria pode ser idiossincrática ao Ensino de Biologia, pois, em trabalho semelhante a este, no contexto do Ensino de Física, Ricardo (2015), não identificou tal concepção sobre a tecnologia, dada a predominância de representação que enxergam a tecnologia sob a perspectiva do MLDT. A necessidade de uma nova categoria também não foi apontada nos trabalhos de Groves e Escobar (2018) e Quintanilla et al. (2011).

A questão remanescente é se tais fugas do Modelo Linear de Desenvolvimento Tecnológico foram intencionais, ou seja, se pretendiam apresentar aos(às) estudantes outros enfoques sob os quais podemos compreender a tecnologia e a sua relação com a sociedade e a ciência, haja vista que a representação por meio do MLDT foram mais frequentes.

4.2 CULTURA TECNOLÓGICA INTRÍNSECA

Dentre as categorias, aquelas informações que integram os sistemas técnicos, foram as que ganharam maior evidência entre todas as coleções analisadas. Em geral, o conhecimento técnico em seus formatos representativos, valorativos e operacionais, foram encontrados interagindo direta ou indiretamente com os conhecimentos científicos, por isso, nesta categoria traremos alguns exemplos que inclusive podem auxiliar a diferenciar esses campos.

4.2.1 Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional

A respeito da Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional, observamos a existência de alguns padrões. Em todas as coleções encontramos informações inerentes aos sistemas técnicos voltadas a explicar seus funcionamentos e defini-los, em torno de temáticas como microscopia e equipamentos para construção de diagnósticos médicos. Isso era esperado, pois o conhecimento biológico é vastamente aplicado nas práticas médicas, cuja atuação na sociedade contemporânea ocidental é densamente incorporada por sistemas tecnológicos, como os conhecimentos em biotecnologia, microscopia, ultrassonografia, ressonância magnética, etc. Observa-se a seguir um extrato retirado da Coleção 1, que nos serve de exemplo para discutir a CTIR:

> [Boxe] FERRAMENTAS DA CIÊNCIA
> Técnicas de reprodução assistida
>
> De relações sexuais com data marcada a análise genética de embriões gerados em laboratório, **existem diversas técnicas de reprodução assistidas, com o objetivo de ajudar, não apenas pessoas inférteis, mas também casais homoafetivos a realizarem o sonho de ter filhos, sem recorrer à adoção.** (C1-L1, p.203, grifo nosso)

Como sinalizado, o trecho acima foi retirado da seção “FERRAMENTAS DAS CIÊNCIAS” que tem como objetivo: complementar ou contextualizar o conteúdo base (C1-L1, L2 e L3, s/p). Apesar do nome desse boxe, as informações presentes em seu conteúdo dizem respeito a conhecimentos tecnológicos, que incorporam alguns conhecimentos científicos, mas que não se resumem a eles. Sob a perspectiva do Modelo de Cultura Tecnológica de Quintanilla (1998) é possível identificar os objetivos para o qual a técnica em

questão foi desenvolvida. Percebe-se, nesse trecho, que as necessidades humanas específicas sobre reprodução passam a compor o sistema técnico ao fornecê-lo um objetivo/propósito.

Por isso, no extrato acima é possível identificar alguns elementos da Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional, que em origem, trata do conhecimento técnico. Como mencionado no capítulo dedicado a discutir a Teoria da Técnica, o conhecimento técnico pode tratar de informações sobre como os sistemas funcionam ou informações sobre o próprio sistema (QUINTANILLA & BRAVO, 1998). Assim, no trecho referente à C1 conseguimos identificar conteúdos sobre o próprio sistema de técnicas de reprodução, especificamente, no que diz respeito a seus objetivos e resultados esperados.

Além dos objetivos e resultados esperados, as informações que constituem a CTIR abordam sobre os componentes (artefatos e agentes humanos) e as ações de gestão ou transformação inerentes aos sistemas técnicos, que apoiam na construção da sua imagem, ou seja, na sua caracterização. Com essa finalidade, vemos o próximo extrato retirado da Coleção 5. Neste extrato há um propósito explícito dos(as) autores de descrever o microscópio a partir de sua função e seus possíveis componentes físicos:

> [Conteúdo base] Os microscópios e a observação das células
>
> [...] Existem dois tipos principais de microscópios: o microscópio fotônico, também **chamado de microscópio de luz** ou **microscópio óptico** (MO), e o **microscópio eletrônico** (MR), cujas características serão estudadas adiante.
>
> A função desse instrumento não é só ampliar a imagem, mas também aumentar o **poder de resolução** do olho humano. Ampliar a imagem é o mesmo que utilizar uma lupa para observar o aumento da proporção de um objeto em um livro, por exemplo. Já o poder de resolução refere-se ao ato de observar esse mesmo objeto ou ser com detalhes definidos, isto é, nítidos. (C5-L1, p. 48, grifos nossos)

Já no extrato seguinte, retirado da sexta coleção, é possível identificar informações sobre o potencial de um sistema técnico, para além de seu objetivo e função. Vejamos a seguir:

> [Seção] CONEXÕES
>
> A era da nanotecnologia
>
> [...]
>
> Não parece estar distante a possibilidade de que, introduzidos diretamente na corrente sanguínea, nanorrobôs possam localizar células cancerosas, agindo exclusivamente sobre elas e poupando células saudáveis. **Nanorrobôs também**

> **poderiam atuar como transportadores de medicamentos convencionais (por exemplo, de antibióticos), levados direta e especificamente aos locais de uma infecção**, potencializando os benefícios e reduzindo os efeitos colaterais dessas drogas. (C6-L1,p. 43, grifo nosso)

A seção "CONEXÕES", da qual retiramos o trecho acima, vem ao final de cada capítulo, e tem como propósito promover "discussão referentes a determinados temas de destaque, ampliando os horizontes e trazendo contribuições de outras áreas de conhecimento. [...]" (C6, L1,L2 e L3, p. 4-5). Nesta seção, bem como nas seções "A notícia" e nas aberturas de capítulos é possível encontrar uma vasta riqueza de informações sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, logo sobre o recorte cultural e tecnológico- como é possível observar no trecho acima. A despeito do que se pode interpretar à primeira vista, as informações sobre o funcionamento dos sistemas técnicos mostradas no extrato acima não possuem como objetivo explícito instruir usuários ou *designers* quanto ao uso, ou evolução desses sistemas. Dessa forma, o conhecimento técnico presente na CTIR está mais conectado ao "saiba que" do que ao "saiba como", apesar de não abdicar do último.

Ainda no tocante à Cultura Tecnológica Intrínseca Representacional (CTIR) trouxemos o extrato seguinte a fim de trazer luz a uma nova representação riquíssima do conhecimento tecnológico. Nesta, é possível mostrar a estudantes que os sistemas técnicos são entidades concretas, formadas de artefatos, usuários e processos, que só fazem sentido em determinado contexto sócio-histórico e, ainda mais importe, que se desenvolvem a partir de outros sistemas técnicos. Vejamos no extrato a seguir:

> [Conteúdo base] Os primórdios da citologia
>
> Os equipamentos construídos e utilizados por **Antonie van Leeuwenhoek eram microscópios simples, assim chamados por possuírem uma única lente,** que era encaixada em uma placa de metal com dispositivo para focalização [...].
> **Robert Hook, por outro lado, construiu seus microscópios baseando-se nos modelos dos holandeses Janssen**, com duas lentes nas extremidades de um tubo - microscópios desse tipo são conhecidos **como microscópios compostos** [...]. Também desenvolveu e aperfeiçoou um sistema de iluminação com condensador que intensificava a luz e permitia melhor visualização dos objetos.
> [...] Embora os trabalhos de Hooke e Van Leeuwenhoek **tenham despertado grande curiosidade e estimulando outras observações por meio da microscopia**,

> a compreensão atual do papel das células e do modo como elas surgem foi desenvolvida apenas no século XIX. (C1-L1, p.65)

Nesse registro sobre a CTIR, podemos enfatizar duas coisas sobre o conhecimento técnico. A primeira trata do desenvolvimento tecnológico que pode partir da modificação e criação de novos sistemas a partir da integração de sistemas antigos. Ou seja, para evoluir ou inovar em tecnológica, nem sempre precisa-se partir do zero. Na maioria das vezes, a inovação parte da incorporação ou incrementação de sistemas pré-existentes.

A segunda diz respeito à própria técnica, que no caso do exemplo fornecido seria a microscopia óptica. Diferente do sistema técnico, ela não é concreta, por isso, foi simultaneamente desenvolvida por dois cientistas em localizações geográficas distintas, Hooke residindo na Inglaterra e Leeuwenhoek na Holanda. Assim, o exemplo ressalta importantes aspectos da prática tecnológica, mas em especial aqueles representacionais. Ao promover leituras como essas, contextualizadas em sentido também histórico, a C1 é feliz em trazer aos olhos de estudantes os processos envolvidos no fazer tecnológico, ou seja, na produção ou aplicação de conhecimento técnico.

Por fim, apesar de menos evidente, é possível também observamos traços da CTIR nas aberturas de algumas coleções, que o utilizam como justificativa para o estudo da Biologia e sua relação com a sociedade, como pode ser observado no extrato seguinte retirado da C2:

> Apresentação
>
> [...]
>
> À medida que compartilhamos a vida com outras pessoas, percebemos que os problemas ficam cada vez mais complexos, pois já não pertencem somente a nós, mas a toda a sociedade. A formação exigida para conseguirmos entrar no mercado de trabalho, os condicionantes do custo de vida e a necessidade de mantermos uma conduta ética, por exemplo, são preocupações comuns entre os jovens. Na busca para respostas para algumas dessas questões, a Biologia se faz presente.
>
> **Boa parte do esforço científico e tecnológico tem o objetivo de transformar as descobertas em melhoria da vida das pessoas**. Para compreensão de como a vida se organiza, inter-relaciona, se reproduz, evolui e se transforma, por meio de processos naturais e da ação do ser humano **e no emprego de tecnologias, dependemos dos conhecimentos químicos, físicos e biológicos acumulados pela humanidade há milhões de anos**. Além é claro, de nos sentirmos **intrigados e convidados a nos engajar no desenvolvimento futuro das ciências e das**

> **tecnologias**. Qualquer que seja o nosso projeto de vida, a escola participa do processo de compreendermos esses conhecimentos e participarmos dessas histórias, que é, afinal, nossa história. (C2-L1, p. 03, grifos nossos)

Apesar da categoria que traz informações sobre a CTIR estar em maior número em todas as coleções, no que tange ao conhecimento técnico existe maior intenção em representá-lo a partir da descrição de artefatos e/ou processos tecnológicos. Quando, nos raros momentos, há abertura para discussão acerca do fazer tecnológico, a visão de que esse está em função do conhecimento científico, seja como aplicação, ou para outros fins, é vastamente predominante, como discutido na categoria MLDT. O que nos leva a interpretar que, nem sempre, a representação dos conhecimentos incorporados aos sistemas técnicos é feita de forma intencional- a favor de ampliar ou aprofundar o conhecimento de estudantes a respeito do fazer tecnológico. Com efeito, o que conseguimos observar é uma vasta exposição de informação para exemplificar a aplicação do conhecimento científico.

Reiterando esse último ponto, apesar da marcante presença ao longo das coleções, as informações relacionadas à categoria CTIR concentraram-se majoritariamente em descrever artefatos e definir processos, passando uma imagem um tanto míope dos sistemas técnicos, pois poucas vezes esses sistemas eram descritos em sua totalidade. Pouco ou nada era mencionado sobre os resultados obtidos dos sistemas, o que limita a capacidade crítica do leitor de entender a eficiência desses frente aos objetivos levantados.

4.2.2 Cultua Tecnológica Intrínseca Operacional

As informações culturais referentes aos recortes tecnológicos em caráter operacional tratam das habilidades e procedimentos necessários para operar, construir ou transformar um sistema técnico (QUINTANILLA, 1998), como mencionado anteriormente. Com relação a esses conteúdos culturais as análises nos apontam temas incidentes em todas as coleções analisadas, entre esses estão as regras de uso para métodos contraceptivos e manipulação adequada de substâncias como fármacos e agrotóxicos, conforme ilustrado no trecho a seguir:

> [Conteúdo base] Diafragma
>
> O diafragma é uma membrana de silicone ou látex. Ele possui tamanhos variáveis, com bordas firmes e flexíveis, em forma de cúpula, que cobre todo o colo do útero e a parte superior da vagina, impedindo o contato do esperma com o útero.

> **Esse contraceptivo deve ser retirado da vagina entre seis e oito horas após a última relação sexual, e pode ser utilizado depois de ser higienizado com água e sabão neutro**. (C5-L1, p. 236, grifo nosso)

O trecho acima integra um conjunto maior de páginas dedicadas a descrever e fornecer dicas de uso sobre diferentes métodos contraceptivos. Representações como essas são comuns a todas as coleções, exceto na C6, cuja temática em questão ganhou pouco espaço. Conteúdos desse tipo, que incentivam o cuidado com o corpo e a saúde durante relações sexuais, principalmente no segmento do Ensino Médio, são extremamente relevantes, pois garantem fácil acesso a informações seguras e confiáveis que nem sempre estão disponíveis em outros meios.

A respeito de normas para uso e manipulação de medicamentos o volume um da segunda coleção propõe o seguinte:

> [Conteúdo base] **Tecnologia no tratamento de doenças**
> O tratamento das doenças visa a sua eliminação do organismo, amenização ou controle. **Remédios são exemplos de tecnologia voltada ao tratamento de doenças**. Alguns são capazes de matar certas bactérias (antibióticos), outros diminuem a sensação de dor (analgésicos), controlam a febre (antitérmicos) e há milhares de outros mais específicos. É importante saber que todos os remédios podem causar efeitos indesejáveis, alguns bastante graves. **Por isso, não é seguro tomá-los por conta própria. Apenas um médico tem com conhecimento necessário e está autorizado a receitá-los**. (C2-L1, p.187, grifos nossos)

Sobre as afirmações do trecho acima há dois argumentos principais que valem destaque a luz da Modelo da Cultura Tecnológica de Quintanilla (1998). A C2 foi a única coleção que trouxe explicitamente remédios como produtos tecnológicos, diferente de todas as demais, que discutiram o uso e produção de fármacos como contextos ou pré-textos para aplicação do conhecimento científico. Apesar de sutil, essa diferença é suficiente para induzir estudantes e docentes a uma interpretação míope sobre o fazer tecnológico, como mencionamos na seção **4.1** destas análises. Ademais a partir do enfoque da Cultura Tecnológica Intrínseca Operacional, pode-se observar que nem sempre as informações presentes nessa categoria virão representadas como um conjunto de regras, ou passo a passo. Como podemos ver no extrato acima, há apenas uma orientação quanto à manipulação adequada de remédios, alertando para os riscos do contrário.

Por fim, técnicas de microscopia e engenharia genética foram comumente citadas em diferentes graus de detalhes em cada coleção. Para esse último tema, algumas coleções preferiram dar maior enfoque as informações científicas, enquanto outras além do caráter científico, também levantaram debates sociais e econômicos, que iremos discutir na próxima seção deste capítulo, quando tratarmos das informações extrínsecas aos sistemas técnicos.

De fato, as informações de caráter operacional inerentes aos sistemas técnicos apareceram em pequeno número nos livros didáticos analisados. Sendo essa uma escolha consciente ou não por parte das autoras e autores, pode-se perceber que esses conteúdos eram abordados em temáticas sobre as quais estudantes e docentes teriam maior oportunidade de, concretamente, utilizar ou produzir em seus cotidianos, como remédios e métodos contraceptivos, ou no fazer científico-tectonológico, como as técnicas de microscopia e engenharia genética.

4.2.3 Cultura Tecnológica Intrínseca Valorativa

A CTIV encontra-se comumente associada às demais categorias da Cultura Tecnológica Intrínseca, sendo utilizada para ressaltar alguns valores dos sistemas técnicos como a confiabilidade, eficácia e vantagem mercadológica. Por essa razão, boa parte dos conteúdos desta categoria seguem a mesma tendencia de assuntos que as demais, ou seja, dissertam sobre sistemas técnicos envolvidos nas práticas medicinais, métodos contraceptivos, remédios e demais produtos biotecnológicos, bem como técnicas de engenharia genética aplicadas em uma variedade de cenários, como exemplificado no trecho seguinte:

> [Seção] FERRAMENTAS DA CIÊNCIA:
> Ultrassonografia no pré-natal
> [...]
> O ultrassom tem sido usado em uma variedade de áreas clínicas, incluindo a obstetrícia, a ginecologia, a cardiologia e a detecção do câncer. **A principal vantagem do ultrassom é que determinadas estruturas podem ser observadas sem usar radiação. O ultrassom transmite o resultado muito mais rapidamente do que o raio X e outras técnicas radiográficas.** (C1-L1, p. 215)

Nesse exemplo, pode-se observar a valorização da eficiência o ultrassom em detrimento o raio X e outras técnicas radiográficas. Apesar de não ter sido mencionado no texto, o motivo pelo qual é importante evitar que a mulher e o seu bebê sejam expostos a altos níveis de radiações, o valor ressaltado foi o da eficiência, dada a valorização da velocidade com que o exame trazia resultados.

Como mencionado, esse tema foi recorrente em todas as coleções e, como prova, trazemos o próximo trecho retirado do volume um da coleção seis:

> [Seção] CONEXÕES
> Imagens que salvam vidas
> As técnicas de diagnóstico por imagem, que se aperfeiçoam com velocidade nunca antes imanada, permitem que os médicos façam **diagnósticos muito mais precisos, essenciais para tratamentos precoces, adequados e eficazes.** [...]
> Atualmente, em todas as modalidades de exames radiológicos, radiografia convencional ou TC, e por RNM, as chapas radiográficas vêm sendo substituídas pelos geradores digitais de imagem, **que além de permitirem imagens com maior definição, facilitam seu processamento, manuseio e armazenamento**. Convertidas em aquivos digitais, essas imagens podem ser transmitidas pela internet dos laboratórios aos médicos, clínicas e hospitais e visualizadas na tela do computador. (C6-L1, p. 59, grifos nossos)

A intenção de trazer para próximo do leitor a importância do emprego de sistemas técnicos para diagnósticos médicos mais eficientes é notória no extrato acima. Também é abordado que a evolução tecnológica permitiu um avanço considerável na praticidade e velocidade com que esses diagnósticos podem ser manipulados a partir de suas digitalizações.

O exemplo seguinte foi retirado da Coleção 5 e traz afirmações sobre a evolução do processo de produção e industrialização de insulina para tratar pacientes diabéticos. Esse extrato foi retirado da seção “Biologia e Tecnologia” que tem como intenção pedagógica a “aplicação da Biologia na Tecnologia” e em outras áreas como a Saúde, o Ambiente, a Cultura e a Sociedade, a partir da “[apresentação] de temas variados, como inovações da ciência, a importância dos hábitos diários para a saúde, temas ambientais, a valorização das diferentes culturas e o impacto da Biologia na nossa sociedade” (C5-L1,L2 e L3, p. 7). Vejamos, a seguir, o trecho analisado:

> [Seção] Biologia e Tecnologia
> Produção de insulina

> [...]
> Durante muito tempo, a insulina utilizada por pacientes diabéticos era obtida exclusivamente de outros mamíferos, como porcos e bois. Contudo, a insulina desses animais não é exatamente igual a humana, variando em alguns aminoácidos que compõem a cadeia polipeptídica. Ainda que a diferença seja pequena - um aminoácido na insulina de porcos e três aminoácidos na de bois - essa variação pode causar efeitos adversos em alguns diabéticos, como alergias e produção de anticorpos conta a insulina não humana.
> Uma solução encontrada para resolver o problema descrito, foi a produção de insulina humana por meio de bactérias transgênicas, a partir da década de 1970. Esse processo se caracteriza pela introdução dos genes de insulina humana no genoma desses organismos procariontes e, atualmente, possibilita a produção de insulina humana em escala industrial.
> [...] (C5-L3, p. 99)

Apesar de explicitamente não trazer termos como “eficiência”, “otimização”, “melhora” o trecho acima não deixa de abordar um valor inerente aos sistemas técnicos de eficiência, que inclusive garantiu, na situação abordada, maior abrangência mercadológica ao produto. Optamos por retirar a sequência do trecho acima que afirmava que para o gene da insulina humana fossem “eficientemente” incorporado ao gene bacteriano era necessária uma sequência de processos, cuja explicação dada no livro resumia-se apenas a conhecimentos científicos. Não foram abordados aspectos de como a industrialização da insulina era feita, seu valor no mercado e demais questões tecnológicas e sociais. O que parece ser condizente com o próprio objetivo da seção, que novamente, traz o conhecimento tecnológico como contexto para aplicação do conhecimento científico.

No tocante às demais informações a respeito da Cultura Tecnológica no seu caráter Intrínseco Valorativo parece ser seguro afirmar que ele esteve presente em todas as coleções, servindo, em geral, para caracterizar os sistemas técnicos quanto a valores importantes de eficiência e eficácia. Apesar de constantes, essas informações nem sempre estiveram igualmente distribuídas em todas as quatro coleções, o que nos deixa alerta sobre como a tecnologia vem sendo divulgada e representada nesses livros didáticos. Abster leitoras e leitores dessas informações pode gerar confusão e desuso de alguns desses sistemas, em especial aqueles mais presentes no cotidiano como é o caso dos métodos contraceptivos e das vacinas, que apesar de serem mencionados em todas as coleções nem sempre tiveram suas

eficiências debatidas. No contexto atual da pandemia de COVID-19 esta ausência se torna bem mais evidente e seus efeitos potencialmente perigosos.

4.3 CULTURA TECNOLÓGICA EXTRÍNSECA

Em consonância com os achados de Groves e Escobar (2018), as informações referentes à Cultura Tecnológica Extrínseca estão pouco presentes nos livros didáticos de Biologia. Aquelas que existem dizem respeito, em sua grande maioria, aos caráteres representacional e valorativo, em outras palavras, a imagem por meio da qual as tecnologias são comunicadas e percebidas e como a sociedade a recebe.

Pela escassez de exemplos encontrados nos livros a respeito da CTE, preferimos organizar esta seção sem as subdivisões entre as informações Representacionais, Operacionais e Valorativas. Esse fato foi também percebido por Groves e Ecobar (2018) em suas análises dos LD do Ensino Médio Espanhol. Os autores afirmam que a CTER esteve muito mais presente nos livros de Religião, Política, Tecnologia (disciplina fixa do currículo espanhol) e demais disciplinas das Humanidades, porém estiveram pouco presentes nos livros de Ciências da Natureza. Além disso, como será demonstrado, as fronteiras entre essas subcategorias são ainda mais tênues do que as que encontramos nas mesmas subcategorias no contexto da CTI, fortalecendo a necessidade de não seccioná-las.

Desse modo, o primeiro extrato componente das análises sobre as informações extrínsecas aos sistemas técnicos traz conteúdos que ajudam leitores na construção de uma imagem de tecnologia a partir de seu caráter representacional, como evidenciado abaixo:

> [Conteúdo base] Crescimento populacional e o futuro da humanidade
> É impossível saber com precisão, mas estima-se que, há 200 mil anos, quando nossa espécie surgiu, havia alguns milhares de indivíduos distribuídos em algumas centenas de pequenos grupos. **O desenvolvimento de novas tecnologias permitiu o crescimento gradual da população total e a ocupação gradativa de novos territórios,** começando na África e indo de lá para a Europa, a Ásia e as Américas.
> [...]
> **No entanto, o acúmulo de novas tecnologias**, aliado a práticas médicas e aos novos meios de transporte e de comunicação, **continuou proporcionando um crescimento populacional explosivo, especialmente depois da Revolução Industrial. A ideia de "progressos", muitas vezes, é utilizada com conotação**

> **positiva para descrever alguns aspectos desses processos. Mas o surgimento de tecnologias cada vez mais complexas e o crescimento populacional também acarretam novos problemas e desafios, além de muitas questões éticas**. Temas como o aquecimento global, desmatamento, crise energética, fome, conflitos políticos e epidemias estão nos noticiários todos os dias.
> [...] (C2-L2, p.25, grifos nossos)

A Coleção 2 trouxe com exclusividade discussões sobre os aspectos culturais e sociais da evolução humana, agregando também a esses aspectos alguns recortes culturais tecnológicos. O extrato acima traça uma imagem da tecnologia a partir de uma perspectiva sistêmica, segundo a qual é dada relevância à capacidade humana de criar soluções para evoluir como espécie, enquanto, simultaneamente, coloca em conflito o significado real dessa evolução, ao questionar o progresso alcançado pela ampliação da nossa capacidade tecnológica. Representações como essas viabilizam que leitores consigam enxergar os fatores sociais, ambientais e culturais relacionados ao fazer tecnológico, em outras palavras, as necessidades e desejos humanos que impulsionam o desenvolvimento e inovação, ampliando a imagem da tecnologia para além da ciência aplicada, ou de um conjunto de ferramentas a serviço da sociedade, e totalmente neutra a essa. Partindo dessa imagem, é possível desconstruir modelos como o de Desenvolvimento Linear da Tecnologia.

Através de representações como a do extrato acima também fica visível a fronteira tênue que existe entre os conteúdos incorporados e extrínsecos aos sistemas, pois a medida em que a sociedade avança em produção de conhecimento tecnológico incorporado ela também traz características técnico-culturais mais amplas como os debates socioambientais, assim como afirmam Quintanilla e Bravo (1998). Ou seja, a medida que novas tecnologias são introduzidas, mais conhecimento tecnológico é gerado ou empregado, novas funcionalidades e objetivos técnicos surgem, assim como aparecem novas oportunidades de questionar essas tecnologias sob uma perspectiva ambiental e social, independente do quão eficiente essas novas tecnologias são para aquilo que foram inicialmente desenhadas.

Apesar de existentes, são raros os trechos presentes nas coleções em que é traçada uma imagem neutra da tecnologia, sem que a ela seja atribuído algum juízo de valor. Isso só ocorre quando não parece haver consciência por parte dos autores e das autoras do livro de que o que está sendo comunicado é, na verdade, tecnologia. Por exemplo, quando falam da

manipulação de remédios, da produção de bioprodutos industriais, a partir de um enfoque cognitivo, que exibe a tecnologia como ciência aplicada.

O trecho seguinte, retirado da Coleção 1 serve como exemplo para essa reflexão. Vejamos a seguir:

> [Seção] Ciência, tecnologia e sociedade
> Superbebês para todos
> [...]
> **A humanidade está prestes a modificar para sempre o patrimônio genético que a trouxe até aqui. O passo enorme pode até demorar, se vingar uma proposta de moratória, mas será dado. Mais dia, menos dia**.
>
> A tecnologia já existe e se chama CRISPR. [Ela] permite alterar os genes de células de maneira precisa, ou seja, cortar, colar, inserir e deletar letras ou vocábulos inteiros do código genético de organismos vivos.
> [...]
> **Os temores são de que geneticistas [a partir dessa tecnologia] não se limitem a fazer modificações de DNA só para curar ou evitar doenças genéticas [...] Estaria aberto o caminho para a chamada eugenia positiva, vale dizer, para a escolha de características como cor dos olhos, inteligência, estatura etc.**
> [...] (C1-L3, p. 109, grifos nossos)

A seção "Ciência, tecnologia e sociedade", propõe-se a "Apresentar um texto de circulação social e questões que estimulam a reflexão e o posicionamento sobre assuntos relacionados ao tema do capítulo" (C1-L1, L2 EL3, s/p). Apesar de seu título carregar a sigla CTS, apenas alguns dos textos abordados nessa seção levantaram discussões através das lentes do fazer tecnológico. Quando se fez presente, o caráter técnico não foi explorando nas perguntas que serviriam para "estimular a reflexão e o posicionamento" dos estudantes. O extrato abordado acima compõe o pequeno grupo em que as discussões sobre tecnologia são evidentes.

A partir desse extrato, pode-se dizer que as afirmações acima colaboram para que leitores criem uma imagem não neutra sobre a tecnologia de manipulação gênica, ressaltando os desafios éticos, econômicos e sociais que tal tecnologia carrega consigo dado o seu potencial de modificação do genoma humano. É possível também perceber que nem sempre há uma separação evidente entre imagem de um sistema técnico, das informações extrínsecas,

ou seja não técnicas, que as pessoas possuem ou podem vir a construir acerca dele. Essa dissociação é especialmente difícil em gêneros textuais como os do texto acima, por tratar-se de uma reportagem retirada de uma revista e curada[4] para compor os debates presentes no livro. Como discutido no capítulo dedicado ao referencial teórico, os sistemas técnicos são compostos também por informações culturais incluindo os aspectos éticos, legais e sociais, o que torna desafiador desassociar as informações representacionais das valorativas. Essa mesma imagem é refletida nas demais coleções, como exemplificado no extrato seguinte retirado da Coleção 6:

> [...] para o bem ou para o mal, a humanidade parece ganhar o poder de interferir no próprio destino. (C6-L3, p. 206)

Tais representações ajudam a fortalecer os debates acerca dos sistemas técnicos abordados nos livros. É fundamental que estudantes e docentes tenham acesso não apenas a uma imagem posta de tecnologia, pois debates assim acabam fortalecendo uma visão tecnocrática, na qual a tecnologia apenas traz vantagens e é fundamental para o desenvolvimento social (QUINTANILLA & BRAVO, 1998).

Justamente pelo constante juízo de valor atribuído aos distintos sistemas técnicos representados em todas as coleções, a categoria CTEV aparece com grande evidência nos livros analisados, existindo um leve desequilíbrio entre as visões negativas e positivas, onde as primeiras são favoritas em relação às segundas. Quando o tema está centrado no desenvolvimento de equipamentos que auxiliam no avanço científico, a tecnologia costuma ser avaliada sob uma perspectiva positiva (CTEV+), como o emprego da microscopia nos estudos de citologia, e de máquinas radiográficas nos estudos de anatomia e fisiologia humana. No entanto, há uma inversão nessa visão quando os temas em questão envolvem a Biotecnologia, como vimos em alguns extratos já mencionados. Dentre os tópicos representados sob perspectivas mais negativas (CTEV-) pelas coleções estão: engenharia genética (organismos geneticamente modificados, como os transgênicos), a clonagem e a terapia gênica.

A começar pelos exemplos encontrados da categoria CTEV+, temos o seguinte trecho retirado da Coleção 6:

---

[4] O termo “curada” vem da palavra “curadoria” que tem no mercado editorial e de comunicação a função de definir o processo de pesquisar, analisar e adaptar materiais para gerar interesse em um público específico.

> [Seção] CONEXÕES
> Consumo colaborativo: a revolução silenciosa
> *Nova prática de trocas entre pessoas é feita pela internet e pode* ***gerar economia e menos danos ao meio ambiente***
>
> O consumo colaborativo pode ser entendido como uma rápida mudança na forma de se realizarem trocas, partilhas, empréstimos, aluguéis e no modo de se presentear as pessoas, reinventando a prática do escambo por meio de tecnologias de rede, como a internet, em escala jamais vista antes. **Recentemente, foi considerado pela revista estadunidense Time como uma das dez ideias que vão mudar o mundo**. É inspirado nas principais tendências do início do século XXI, decorrentes das novas relações sociais difundidas pelo uso cada vez mais amplo da web e das possibilidades de relacionamento em rede, **além da preocupação com o meio ambiente e a consciência coletiva voltada para práticas sustentáveis.**
>
> [...]
>
> A prática do consumo colaborativo também **se ajusta às atuais demandas da sociedade por ações sustentáveis**. O empréstimo de **produtos diminui a necessidade de compra, o que se reflete na redução da busca por novas matérias-primas.** Além disso, o acesso aos bens também é um **benefício social** que pode trazer ganhos reais à população no futuro. (C6-L3, p.39, grifos em *bold* nossos)

Como uma de suas principais características, a Coleção 6 traz diversos textos de terceiros para enriquecer os debates ao longo de cada capítulo. O extrato acima é mais um exemplo desses trechos. Em um capítulo cujo tema principal centra-se nas relações entre os seres vivos, o terceiro volume da coleção trouxe as atividades em torno do consumo colaborativo *on-line* como exemplo atual de relações humanas em contexto de crise ambiental. É possível perceber, a partir dos destaques no texto, que tal prática é comunicada com positividade enfática, estimulando leitores a conhecerem e refletirem sobre a tendência de um consumo mais sustentável. Ao final da leitura, o livro inclusive estimula que estudantes reflitam sobre a relação entre práticas de troca *on-line* e sustentabilidade.

Como mencionado, a avaliação da tecnologia é altamente positiva, quando diz respeito ao emprego de artefatos tecnológicos a serviço do desenvolvimento científico, como no caso dos microscópios óptico e eletrônico do exemplo abaixo:

> [Conteúdo base] Introdução a citologia

> O avanço da ciência muitas vezes está associado ao desenvolvimento de novas técnicas e instrumentos. [...]
> O desenvolvimento da citologia- o estudo das células- **foi possível graças à construção, on final do século XVI, de um dos primeiros instrumentos ópticos para ampliação de objetos.**
> [...] (C1-L1, p.64)

Sobre o caráter extrínseco valorativo negativo da Cultura Tecnológica, o Livro 3 da Coleção 5 dedicou seu último capítulo inteiramente à discussão dos problemas ambientais e ameaças à biodiversidade, traçando uma forte relação, em grande parte negativa, desses com a indústria e o emprego de tecnologias. Um desses exemplos afirma que:

- Extrato 1
  [Boxe] Encontro com…História
  Revolução Industrial e poluição
  [...]
  Embora o uso de novas tecnologias representasse um avanço no desenvolvimento econômico desses países, a Revolução Industrial também exigiu a exploração de recursos naturais. Com isso, a queima de combustíveis fósseis, o uso das máquinas a vapor e consequentemente desmatamento aumentaram a emissão de grandes quantidades de gases poluentes na atmosfera. E esse quadro tem se intensificado nas últimas décadas. (C5-L3, p. 258, grifo nosso)

- Extrato 2
  [Conteúdo base] Ar e problemas ambientais

  A expansão das cidades e o desenvolvimento de tecnologias fizeram aumentar a necessidade de energia no dia a dia. Em diversas atividades cotidianas [...] utilizam-se recursos naturais, e esses processos envolvem o princípio de combustão dos materiais, [...]
  Muitos dos produtos dessa reação química são poluentes, os quais têm causado diversos problemas ao ambiente, como a poluição atmosférica, a intensificação do efeito estuda, a inversão térmica e a chuva ácida. (C5-L3, p. 262, grifos nossos)

- Extrato 3
  [Conteúdo base] Agricultura e agroquímicos

  A agricultura fornece a base da alimentação humana. N**o entanto, para o cultivo,**

> **geralmente são utilizados desde maquinários que emitem poluentes atmosféricos até produtos químicos, como os agroquímicos**, que podem ser adubos químicos ou defensivos agrícolas utilizados para eliminar as chamadas pragas agrícolas.
> **O uso incorreto desses produtos pode gerar diversas consequências para os seres vivos e também para a saúde humana.** (C5-L3, p.269, grifos nossos)

Nos diferentes extratos do capítulo mencionado, é possível identificar que a Coleção 5 atribui à tecnologia o papel de protagonista para o desequilíbrio ambiental e alguns outros problemas de ordem social e sanitária. Ainda que devamos à tecnologia um papel significativo nesse cenário de desequilíbrio sócio ambiental, os trechos acima também contribuem para gerar discussões em que essas tecnologias são vistas sob uma perspectiva sistêmica sócio-técnica, pois todos os sistemas representados ao longo dos três trechos foram devidamente ilustrados dentro de um contexto sócio-cultural, que demandam suas evoluções, enquanto simultaneamente, esses sistemas geram novos contornos sociais. Ou seja, a tecnologia não é puramente boa ou má, assim como seu desenvolvimento não depende exclusivamente de determinações sociais.

A Cultura Tecnológica Extrínseca Valorativa em caráter negativo estava também na relação entre preceitos éticos, religiosos e morais que permeiam as práticas biotecnológicas, especialmente aquelas relacionadas às técnicas de reprodução assistida e demais manipulações do genoma humano. Sobre esse tema, a Coleção 1 disserta o seguinte:

> [Seção] Ciência, tecnologia e sociedade
> Superbebês para todos
>
> [...]
> Lanphier e cia. [cientista responsável pela técnica de edição de DNA] **receiam que a previsível reação negativa da opinião pública acabe por banir alterações genéticas também do arsenal biotecnológico já mobilizado**, ainda em escala experimental, para atacar moléstias em indivíduos adultos. Hemofilia, anemia falciforme e alguns cânceres estão na mira.
> [...]
> Supondo que as questões da segurança e da eficiência (só 20% a 40% das células submetidas à CRISPR terminam de fato modificadas) sejam resolvidas, **resta a da equidade. Quem vai poder pagar para escolher os genes dos filhos**?
> [...] (C1-L3, p.109)

No extrato acima, pode-se perceber a influência que a imagem da tecnologia tem no próprio desenvolvimento tecnológico, apesar de não alterar a tecnologia em si. Não é a opinião pública que serve de conhecimento técnico necessário ao sistema, no entanto, ela possui forte interferência na incorporação dessas tecnologias em diversos contextos sociais e culturais.

Nesse mesmo trecho, a pergunta final "**Quem vai poder pagar para escolher os genes dos filhos?**" traz a superfície o caráter operacional da Cultura Tecnológica Extrínseca sendo, neste caso, a disponibilidade para operacionalizar ou possuir determinada tecnologia frente a um determinado contexto sócio-econômico. Trechos como esses servem também para mostrar que os limites entre as informações Operacionais e Valorativas que permeiam os sistemas técnicos também são tênues. Assim dizendo, a abertura ou não pela incorporação de uma determinada tecnologia, a partir de fatores sociais, tem relação direta sobre como as pessoas possam acessá-la, usá-la ou manipulá-la.

Em alguns momentos, as informações referentes a CTEO são ainda mais evidentes, como exemplificado no extrato seguinte retirado da Coleção 5, que fala da obrigatoriedade da vacinação contra varíola:

> [Conteúdo base] Vírus e bactérias
>
> [...]
>
> Em 1904, o governo brasileiro aprovou uma lei determinando a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola. **Essa vacina ainda era desconhecida da população brasileira, que se mostrou duvidosa em relação a sua eficácia. Em razão dessa resistência a vacina, as autoridades e os agentes de saúde passaram a obrigar as pessoas a se vacinarem, inclusive invadindo suas residencias, se fosse necessário.**
>
> **Esse evento ocasionou uma revolta na população, que saiu as ruas para protestar.** Nesse episódio, que ficou conhecido como "A revolta da vacina", muitas pessoas foram presas, ficaram feridas ou morreram. (C5-L2, p. 29, grifo nosso)

Qualquer semelhança com a atual situação mundial de enfrentamento a uma pandemia da COVID-19 pode não ser coincidência. Além dos fatores religiosos que permeiam as discussões anteriores com células-tronco, e os de origem econômica, discutidos no trecho dos super-bebês, A Revolta da Vacina de 1904 e o negacionismo atual sobre a eficiência e

objetivo das vacinas contra a COVID-19 ajudam a evidenciar a importância que os conteúdos não incorporados exercem nos diversos comportamentos relativos à tecnologia.

Parece fazer sentido dizer que em nenhuma das coleções analisadas as vacinas foram apresentadas intencionalmente como sistemas técnicos. Sempre que presentes, os conteúdos relacionados às vacinas preocuparam-se, principalmente, em descrê-la a partir de uma perspectiva histórica, científica e social, mas sem relacioná-las ao fazer tecnológico. Tal opção, seja ela consciente ou inconscientemente, pode induzir leitores(as) a enxergar as vacinas, novamente, como ciência aplicada. Esse cenário, em que as vacinas são apenas produto da ciência acaba sendo terreno fértil para a construção dos mais diversos mitos tecnológicos e científicos.

Fechado o parêntese, podemos perceber também algumas informações passíveis de compor as categorias CTEO e CTEV simultaneamente. Em geral, essas representações provocam uma imagem da tecnologia dependente de aspectos políticos e econômicos, ou seja, vinculada a interesses e valores humanos e passíveis de manipular nosso comportamento. Sobre esse tipo de representação a Coleção 6 disserta o seguinte:

> [Seção] TEXTO E CONTEXTO
> Os médicos
> [...]
> No hospital de excelência, os melhores médicos do mundo, os equipamentos mais modernos. Aqui o desafio é morrer. Ciência, equipamentos e drogas impedem que a morte chegue, natural e humana. (C6-L2, p. 66)

A seção acima visa a desenvolver a compreensão leitora nos estudantes a partir da interpretação de diversos gêneros textuais no tocante a assuntos da Biologia e das Ciências (C6-L1, L2 e L3). Apesar de seu objetivo, o extrato acima traz evidência de que a riqueza de textos curados para compor os livros desta coleção é grande e extrapola os conteúdos científicos. Nesse breve exemplo, o que podemos perceber é uma discussão ética e moral sobre o uso de conhecimentos científicos e também tecnológicos (apesar de resumidos a figura de seus artefatos) para adiar a brevidade da vida. Trechos semelhantes, que trazem discussões éticas e atitudinais, apoiam a construção de uma imagem da tecnologia que nem sempre está diretamente vinculada ao fazer científico, apresentando-a como uma ação social.

Diante do exposto, é possível afirmar que as coleções analisadas recorreram de uma pluralidade de recursos textuais e imagéticos para trazer discussões sobre as relações do conhecimento biológico com o tecnológico, e suas aplicações sociais. Essas discussões corroboram para a construção de uma imagem da tecnologia um tanto míope, pois nem sempre são evidenciados os momentos de pesquisa, a relação com os usuários, e todos os demais processos inerentes ao fazer tecnológico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos exemplos expostos e das discussões levantadas, primeiramente, é possível afirmar que existe sim informações sobre a Cultura Tecnológica nos Livros Didáticos de Biologia. Como evidenciamos, ainda na etapa de análise crítica, essas representações estavam, em geral, concentradas nos segmentos que as coleções chamam de conteúdo complementar ou atividades complementares. Mas, também aparecem em menor frequência no conteúdo base dos capítulos, junto aos demais conteúdos científicos, por vezes como produto dele, por vezes como o próprio conhecimento científico, ou em raros momentos, como sendo um conhecimento de características próprias e distintas do conteúdo científico.

A imagem mais frequente é, sem dúvidas, o resultado das duas primeiras representações. A partir das discussões podemos afirmar que esses achados encontram-se alinhados com os trabalhos desenvolvidos por Groves e Escobar (2018) no contexto de análise dos livros de Ensino Médio do governo Espanhol, bem como o trabalho desenvolvido por Ricardo (2015) o qual analisou os livros didáticos do edital PNLD 2015 para o componente curricular de Física. Santos (2017) chegou a conclusões semelhantes ao analisar os Livros Didáticos de Química do mesmo edital de 2015. Assim como nesses trabalhos, a tecnologia é comumente representada como aplicação dos conhecimentos científicos. Ou, em alguns casos, é invisibilizada, sendo os produtos tecnológicos apresentados como produtos científicos.

Os achados de Ricardo (2015) indicam que parece apenas haver uma representação consciente de tecnologia nos LD de Física quando os seus produtos são comunicados, ou seja, a partir da representação dos artefatos e processos tecnológicos. Para os Livros Didáticos de Biologia analisados essa imagem também se faz presente. Segundo o mesmo autor, essa escolha parte de uma incompreensão dos(as) autores sobre como ensinar tecnologia, assemelhando-a a forma como ensina-se ciências. É comum encontrarmos nos LD a ciência sendo ensinada a partir dos seus produtos, ou seja, as teorias científicas. No entanto, o mesmo não equivale para a tecnologia, cujo produto são os artefatos e os processos. Não se ensina remédio, aparelho de ultrassonografia, microscópio, o processo de dessalinização da água, logo, a saída seria ensinar os conteúdos científicos presentes nesses produtos, ignorando os aspectos tecnológicos (RICARDO, 2015). Essa categoria de representação concretiza-se de

tal forma nas coleções que uma delas inclusive intitulou um de seus boxes como o "FERRAMENTAS DA CIÊNCIA".

No entanto, no caso da Biologia, tal representação também aparece de forma reversa, sendo o desenvolvimento tecnológico responsável pela evolução do conhecimento científico, principalmente quando são mencionados alguns artefatos tecnológicos, como o microscópio e os aparelhos utilizados para disgnósticos médicos. Mesmo sob essa perspectiva, ainda é possível enxergar a supervalorização dos artefatos e não do conhecimento tecnológico. A exceção do microscópio, que ganhou grande espaço nas coleções, os demais momentos em que essa relação de dependência foi construída, depositavam nos artefatos a responsabilidade de evolução científica, ignorando todo o conjunto de informações sociais e tecnológicas necessárias tanto ao fazer científico quanto ao tecnológico. Ou seja, não é errado afirmar que a primeira fase da Revolução Industrial foi fortemente marcada pela presença das máquinas a vapor, no entanto, é ingenuo afirmar que a industrialização só foi possível graças a elas.

O desafio de ensinar tecnologia como um fazer, uma forma de atuar sobre o mundo, é tão grande que parte significativa dos trechos identificados, cujo conteúdo continha representações e conhecimentos intrínsecos aos sistemas técnicos estavam diretamente relacionados aos estudos biotecnológicos. Isso ocorre tanto em capítulos ou seções especificamente voltadas ao tema, quanto em boxes ou pílulas de conteúdo complementares à temática central do capítulo. É seguro afirmar que mais da metade dos trechos identificados ao longo das quatro coleções descreviam processos, equipamentos ou objetivos das técnicas de engenharia genética. Ou seja, foi possível identificar informações sobre a eficiência e eficácia dessas técnicas, suas caracterizações e definições sob uma perspectiva tanto científica quanto tecnológica. O que não podemos afirmar, no entanto, é que essa distinção era feita de forma consciente, ou que era percebida por parte dos(as) leitores. Acreditamos, inclusive, que se não analisada a partir do referencial teórico adotado neste trabalho, tais representações podem fortalecer um enfoque tecnocientífico, no qual não há distinção entre as duas áreas.

A presença de uma proporção relevante de informações intrínsecas aos sistemas técnicos acaba diferindo o LD de Biologia do que outros(as) autores levantaram em análises semelhantes no contexto da educação básica espanhola. De acordo com Groves e Escobar (2018) a CTI está quase que limitada aos livros voltados ao ensino de tecnologia, que seria mais um componente curricular no contexto do Ensino Médio espanhol. Acreditamos haver

essa divergência, pois a Biotecnologia tem espaço cativo no currículo nacional, por ser uma das áreas de maior destaque em caráter de inovação, exercendo direta aplicação social, dada a sua relevância econômica e aos debates éticos que a acompanham. Dessa forma, mesmo que não haja capítulos extensos dedicados ao estudo da Biotecnologia, seus produtos, soluções e processos encontram-se relacionados a conteúdos e práticas dos mais diversos objetos de conhecimento.

No que se refere a CTE, as análises dessa última categoria indicam que existe um alto grau de consciência e pensamento crítico quando se constrói uma imagem da tecnologia a partir de discussões como: aceitação do público geral, biossegurança e bioética, investimento público, e demais atitudes e valores frente ao emprego ou desenvolvimento de tecnologia. Nesses momentos, existe um exercício legítimo de levar leitores(as) a refletirem de forma mais sistêmica como as diversas atividades humanas, em caráter tecnológico, influenciam na qualidade de vida e nos ecossistemas, seja essa influência positiva ou negativa. Ou seja, é dada preferência às informações de caráter valorativo e representacionais, havendo pouco espaço para a forma como as pessoas, realmente, acabam por utilizar esses sistemas técnicos.

Por exemplo, não identificamos na mesma proporção, discussões para debater a atitude das pessoas sobre temáticas que até há alguns anos atrás pareciam óbvias e não carentes de argumentação como as vacinas. Por isso, parte da Cultura Tecnológica Extrínseca estava focada no debate de temas considerados mais polêmicos e contemporâneos como biotecnologia, uso de agrotóxicos, crescimento populacional e desequilíbrio ambiental. No entanto, diante do cenário de negação da ciência e descrença na tecnologia, é importante questionar como se dá a relação entre sociedade e tecnologia, e como essa relação influencia no desenvolvimento tecnológico incluindo temáticas até então “batidos” nos LD. Talvez, precisaremos voltar a argumentar sobre o óbvio.

Apesar de lançar luz sobre como a tecnologia está representada no LD de Biologia, no contexto do PNLD de 2018, as análises deste trabalho também nos deixou com alguns questionamentos: como se dá a percepção docente e discente da tecnologia a partir dessas representações? Como essas representações da Cultura Tecnológica construídas pelos livros didáticos impactam na dinâmica entre tecnologia e sociedade, ou seja, na atuação desses sujeitos a partir da instrumentalização de tais significados? A partir dessa imagem, é possível construir uma cultura que valoriza a inovação? O contexto do Novo Ensino Médio (BRASIL,

2019), que possui como uma das competências gerais a atuação tecnológica voltada à cidadania, abre margem para uma educação tecnológica praxiológica, por meio da qual estudantes passam a produzir conhecimento tecnológico na resolução de problemas reais da sociedade?

Todas essas questões são merecedoras de projetos de investigação próprios. Por isso, não pretendemos respondê-las aqui neste trabalho. No entanto, a partir do exposto e do referencial adotado, parece ser correto afirmar que a tecnologia, quando vista sob um referencial teórico mais denso como o de Quintanilla (1998), que a coloca na posição de construção de conhecimento, de forma de atuação, é representada sobre enfoques diferentes e inconstantes nos Livros Didáticos analisados. O que enxergamos é uma imagem difusa, com forte tendência a representar a tecnologia como simples aplicação do conhecimento científico, ou nem representá-la, passando a impressão de que ciência e tecnologia, formam apenas uma entidade de sentido.

Tal inconsistência relava uma carência por contextos e materiais didáticos e propostas curriculares nos quais estudantes e docentes sejam estimulados a refletir e atuar sobre as características próprias do fazer tecnológico, incorporando os debates sócio-culturais e os inerentes a esse fazer, conforme destaca Cupani (2013). Parece que só assim é possível construir um contexto social a partir do qual fomente-se uma cultura propícia ao desenvolvimento tecnológico e à inovação.

6. REFERENCIAS

AGASSI, J. The confusion between science and technology in the standard philosophy of science (orig. 1966). In: **RAPP, F. (Ed.). Contributions to a philosophy of technology**. Dordrecht: D. Reidel, p. 40-59. 1974.

ALLCOT, H.; GENTZKOW, M. Social Media and Fake News in the 2016 election. **Journal of Economic Perspectives**, v. 31, n.2, p. 2011-236, Spring. 2017.

ARAÚJO, L. F. P.; SANTOS, L. C. L. Artefatos culturais e recursos didáticos: o fazer docente na prática pedagógica do professor de ciências naturais. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE ALAGOAS, 7., 2014, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2014.

BANDEIRA, A.; VELOZO, E. L. Livro didático como artefato cultural: possibilidades e limites para as abordagens das relações de gênero e sexualidade no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 4, p. 1019–1033, Oct. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa_ edições. 1977.

BIZZO, N. **Integralis- Biologia: Novas Bases**. 1 ed. São Paulo: IBEP, v. 1, 2 e 3. 2016.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Biologia: Ensino Médio**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2017.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino médio.** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília, Ministério da Eeducação, 1999.

CALDINI, CÉSAR, ; SEZAR, **Biologia**. 12 ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2016. v. 1, 2 e 3.

CARVALHO, M. A. et al. A importância de ensinar resistência bacteriana no Ensino Médio: uma análise de livros didáticos de Biologia selecionados pelo PNLEM/2018. **Revista Prática Docente**, v. 4, n. 2, p. 653–668, 27 Dec. 2019.

CATINI, A.; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F. S.; AGUILAR, J. B.; CAMPOS, S. H. **Ser protagonista**. 3.ed. São Paulo: Edições SM, 2016. v.1, 2 e 3.

CORDERO, A. On the growing complementarity of science and technology. In: LENK, H.; MARING, M. (Ed.). **Advances and problems of the philosophy of technology**. Münter: LIT, 2001. p. 129-140.

CRUZ, S. M. S. C. 2001. Aprendizagem Centrada em Eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no ensino fundamental. 2001a. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação/UFSC, Florianópolis.

CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis**: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.

CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia:** um convite, Florianópolis, Ed. da UFSC. 2017

CURY, C. R. J. Livro didático como assistência ao estudante. **Rev. Diálogo Educ**, Curitiba, v.9, n. 26, p. 119-130, jan/abr. 2009.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico**: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

DI GIORGI, C. A. G. et al. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 22, n. 85, p. 1027–1056, Dec. 2014.

EMMEL, R. O currículo e o livro didático da educação básica: contribuições para a formação do licenciado em ciências biológicas. 2015. Tese (Doutorado) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Campus Ijuí e Santa Rosa). Educação nas Ciências.

FAVARETTO, J. A. **Biologia- Unidade e Diversidade**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2016. v. 1, 2 e 3.

FERREIRA, A. P. P. As mulheres da Ciência: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2012, 2015 e 2018. 2020. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Educação.

GARDNER, P. L. The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. **International journal of science education**, v. 21, n. 3, p. 329–347, Mar. 1999.

GARDNER, P. L.. The relationship between and science. Some historical and philosophical reflection. Part I. **International Journal of Technology and Design Education**, v.4, p. 123-153. 1994.

GODOY, L.; OGO, M. **#Contato Biologia**. 1 ed. São Paulo: Quinteto, 2016. v. 1, 2 e 3.

GOODSON, I. **A construção social do currículo.** [*S. l.*]: EDUCA, 1997.

GROVES, T; ESCOBAR, M. Ciencia, tecnología e innovación en los libros de texto españoles. **Revista Internacional de Sociología**, v. 75, n.4, p. 119-137, 2018.

HRONZKY, I. Technological ‘paradigms’: cognitive traditions and communities in technological change. **Paideia**: publicación de los trabajos del XX Congreso Internacional de Filosofía. Boston, Mass., 1998). Disponível em: https://www.pdcnet.org/wcp20-paideia/content/wcp20-paideia_1998_0037_0119_0124. Acessado em: 19/01/2022.

KRASILCHIK, M. **Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil**. **Em Aberto**, Brasilia, ano 11, nº 55, jul./set. 1992

KROES, P. Philosophy of science and the technological dimension of science. In: K. GAVROGLU, K. et al. (Ed.). **Imre Lakatos and theories of scientific change**. Dordrecht: Kluwer, p. 375-381. 1989

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n.69, jan./mar. 1996.

LOPES, N. C. et al. (2009): Tendências do movimento CTS em dois eventos nacionais da área de ensino de ciências, In: **Anais** XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória-Espírito Santo, pp.1-10. 2009.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de currículo. São Paulo:** Cortez, 2011.

MANTOVANI, K. P. O Programa Nacional do Livro Didático - PNLD Impactos na qualidade do ensino público. 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (Departamento de Geografia). Programa de pós-graduação em Geografia Humana.

MARTÍN, M.; GONZÁLEZ, J. C. 2002. Reflexiones sobre la educación tecnológica desde el enfoque CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 28, pp. 17-29.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. 3.ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 1, 2 e 3.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOSTERÍN, J. **Filosofía de la cultura**. Alianza. Madrid. 1993

OLIVEIRA, M.B. Desmercantilizar a tecnociência. In: SANTOS, B. S. (org.). **Conhecimento prudente para uma vida decente**: "Um discurso sobre as ciências" revisitado. Porto, Edições Afrontamento, 2003.

PEIXE, P. D. et al. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae Canoas**, v.19, n.1, pp.177-191, jan./fev. 2017.

QUERALTÓ, R. Technology as a new condition of the possibility of scientific knowledge. In: LENK, H.; MARING, M. (Ed.). **Advances and problems in the philosophy of technology.** Berlin: Lit Verlag, p. 205-214. 2001.

QUINTANILLA, M. Á. **Tecnología: un enfoque filosófico**, Madrid, FUNDESCO. 1989

QUINTANILLA, M. Á. Técnica y cultura, Teorema. **Revista Internacional de Filosofía** – OEI, vol. 17, n.3, p.1-12. 1998.

QUINTANILLA, M. Á. et al. **Scientific and Technological Culture in ESO Textbooks**, Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología. Salamanca. 2011

QUINTANILLA, M. Á.; BRAVO, A. 1998. **Cultura tecnológica e innovación**, Madrid, Fundación COTEC [informe para COTEC, manuscrito.]

RICARDO, E. C. A Comunicação Social da Tecnologia Presente nos Livros Didáticos de Física do Brasil**.** 2015 - [dissertação]. Oviedo – Principado de Asturias – España, Universidad de Oviedo, Oviedo.

RICARDO, E. C. Concepções de tecnologia na formação inicial de professores de Física. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.25, n.3, pp. 190 - 208, Dez. 2020.

RIOS, E. P.; THOMPSON, M. **Conexões com a Biologia**. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2016. vols. 1, 2 e 3.

RODRÍGUEZ, J. R. La investigación sobre los libros de texto y materiales curriculares. **In**: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE TEXTOS ESCOLARES, Santiago do Chile, 2006.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Rev. Alexandria**, v.1, n.1, 2008.

SANTOS, D. B. S. Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de química. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Química, Instituto de Física, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

SILVA, J. C; SASSON, S.; CALDINI, N. **Biologia**. 11.ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

SOUSA, R. D. C. P. DE et al. Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. **REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE**, v. 7, n. 3, p. 366, 31 Dec. 2013.

STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. 2015. Tese (Doutorado– Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biocoências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TYLOR, E. B. Primitive Culture: Researches Into the Development of Mythology, **Philosophy, Religion, Art and Customs**. 2 vols. Gloucester (MA): Smith. 1871.

WINNER, L. **Tecnología Autónoma. La técnica incontrolada como objeto del pensamiento política**. Barcelona: Gustavo Gili. 1979.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed,1998.