

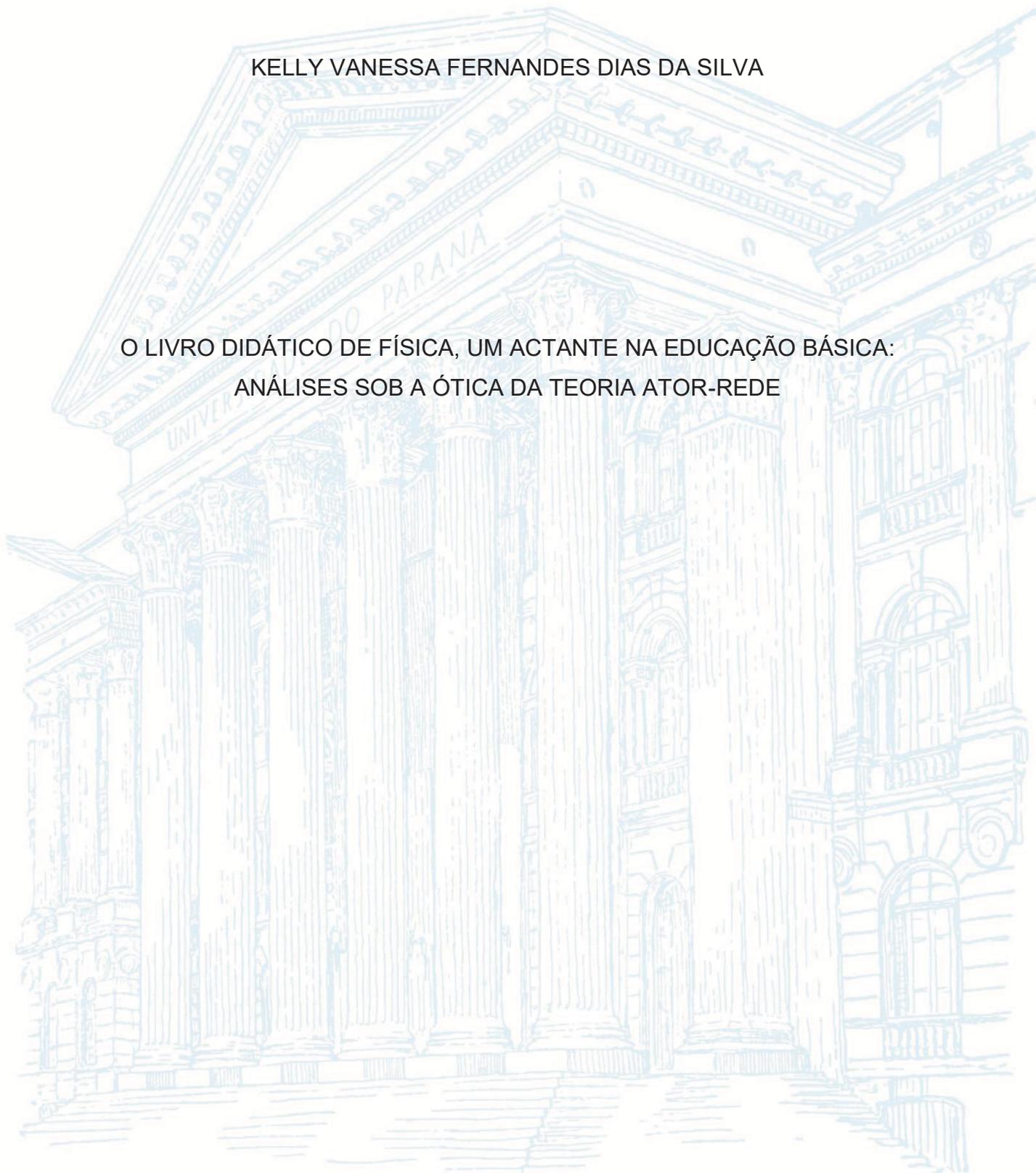
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KELLY VANESSA FERNANDES DIAS DA SILVA

O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA, UM ACTANTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
ANÁLISES SOB A ÓTICA DA TEORIA ATOR-REDE

CURITIBA

2024



KELLY VANESSA FERNANDES DIAS DA SILVA

O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA, UM ACTANTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
ANÁLISES SOB A ÓTICA DA TEORIA ATOR-REDE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

CURITIBA

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CAMPUS REBOUÇAS

Silva, Kelly Vanessa Fernandes Dias da.

O livro didático de física, um actante na Educação Básica : análises sob a ótica da Teoria Ator-Rede / Kelly Vanessa Fernandes Dias da Silva – Curitiba, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

1. Educação – Estudo e ensino. 2. Física – Livros didáticos. 3. Educação básica. 4. Física – Estudo e ensino. 5. Teoria Ator-Rede. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **KELLY VANESSA FERNANDES DIAS DA SILVA** intitulada: **O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA, UM ACTANTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA: ANÁLISES SOB A ÓTICA DA TEORIA ATOR-REDE**, sob orientação do Prof. Dr. NILSON MARCOS DIAS GARCIA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutora está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 08 de Novembro de 2024.

Assinatura Eletrônica
13/12/2024 22:04:41.0
NILSON MARCOS DIAS GARCIA
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
16/12/2024 10:15:53.0
NESTOR CORTEZ SAAVEDRA FILHO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
16/12/2024 08:22:31.0
SILMARA ALESSI GUEBUR ROEHRIG
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
15/12/2024 08:36:38.0
ALISSON ANTONIO MARTINS
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ)

*Dedico este trabalho à memória de
minha mãe Eunice (1961-2016)
e de minha avó Maria Luiza (1933-2019).
E também ao meu companheiro Luiz Fernando.*

AGRADECIMENTOS

Confirmando o provérbio africano que diz: “Se você quer ir rápido, vá sozinho. Se quer ir longe, vá acompanhado”, inicio meus agradecimentos ressaltando que minha jornada nunca foi solitária.

Muito obrigada à minha avó Maria Luiza dos Santos Passos, que habita em meu coração e é a personificação do amor e do cuidado. Seus sábios conselhos e ensinamentos criaram uma base sólida que me faz existir e persistir em cada desafio que a vida me apresenta.

Minha eterna gratidão também à minha mãe Eunice Alves Fernandes, que ainda me ensina que a educação é a chave para a transformação da vida e me mostrou o potencial que tenho para alcançar qualquer objetivo que eu deseje, mesmo que as lutas no caminho não sejam fáceis de enfrentar.

Estas mulheres enfrentaram inúmeras batalhas nesta sociedade injusta e desigual que é imposta às mulheres negras, lutando para me ensinar como viver com dignidade.

Ao meu companheiro de vida, Luiz Fernando Ramos Pinto, meu melhor amigo e marido, sou imensamente grata por fazer tudo parecer mais leve. Sua presença constante e seu apoio tornaram os momentos desafiadores mais suportáveis. Seu amor e dedicação são a base sólida que nos permite enfrentar quaisquer adversidades, com a certeza de que, juntos, somos capazes de superar tudo, tornando a vida mais bela.

Aos meus companheiros não humanos — Tufão, Google, Sol, Lua, Gaía, Brisa, Fyoda e Filhote —, meus queridos filhos de quatro patas, que foram silenciosas testemunhas da minha transformação pessoal. Com eles, aprendi muito sobre mim mesma e sobre um tipo de amor e dedicação que não exige nada em troca, reforçando em mim valores de empatia e conexão.

E, de forma especial, minha gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, por acreditar na minha proposta e no meu projeto. Sinto-me privilegiada por ter tido a oportunidade de trabalhar sob sua orientação, e considero uma honra ter aprendido com sua experiência e sabedoria.

Sou profundamente grata a todos que se dedicam à construção de universidades e instituições públicas de qualidade, que se esforçam continuamente para serem cada vez mais inclusivas. É graças ao compromisso e à luta dessas pessoas que podemos aspirar a um futuro em que a equidade seja uma realidade, onde todos, independentemente de suas origens ou circunstâncias, tenham acesso justo e igualitário a uma educação de qualidade.

Finalmente, agradeço a todas as pessoas que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada apoio e colaboração foram fundamentais para que este sonho se tornasse realidade.

“Eu sou, porque nós somos”! (filosofia Ubuntu)

*Não se pode negar que, em qualquer carreira, arte ou profissão que se escolha na vida, só se chegará ao ponto culminante se à mesma entregar-se de corpo e alma. Esta é a regra que exerce a Ciência Divina.
(Raimundo Irineu Serra, 1970).*

RESUMO

Os livros didáticos utilizados na Educação Básica têm grande relevância e participação na educação brasileira, propiciando o acesso ao conhecimento e oferecendo informações estruturadas e atualizadas que auxiliam os alunos em sua formação. Além disso, auxiliam na garantia de um conjunto mínimo de conhecimentos para todos os alunos, o que é particularmente importante em um país diversificado como o Brasil. Elaborados por especialistas, também servem como objeto técnico valioso para professores, oferecendo orientações, sugestões de atividades e respostas para exercícios. O governo distribui de forma gratuita esses materiais pelo Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), o que contribui para a igualdade no acesso à educação, democratizando o conhecimento. Neste contexto, apoiando-se na abordagem sociológica da Teoria Ator-Rede (TAR), desenvolvida por Bruno Latour, Michel Callon e John Law, a presente pesquisa focou sua atenção na análise da presença e participação do livro didático de Física na Educação Básica e propôs-se a identificar elementos, mediações e ações que buscaram identificar e compreender as complexas interações entre o livro didático e demais atores, humanos e não humanos, em redes sociotécnicas. Assim, este estudo objetivou contextualizar a presença do livro didático de Física no Brasil, analisar pesquisas sobre seus papéis na Educação Básica, identificar e caracterizar suas interações em redes sociotécnicas, visando demonstrar que, na perspectiva da TAR, o livro didático é um actante. A pesquisa, de caráter bibliográfico, utilizou como fonte teses depositadas no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes, buscou demonstrar que o livro didático de Física é um actante que contribui para a construção de redes sociotécnicas que moldam o cenário educacional. Os resultados revelaram a interação dos livros didáticos no desenvolvimento curricular, nas práticas pedagógicas, nas políticas públicas e na experiência de docentes e alunos, revelando algumas das possíveis redes sociotécnicas das quais eles participam, permitindo concluir que o livro didático de Física é um actante na Educação Básica brasileira.

Palavras-chave: Livro didático de Física. Actante. Educação Básica. Teoria Ator-Rede. Bruno Latour.

ABSTRACT

The textbooks used in basic education are very important and play a major role in Brazilian education, providing access to knowledge and offering structured, up-to-date information that helps students in their education. They also help to guarantee a minimum set of knowledge for all students, which is particularly important in a diverse country like Brazil. Prepared by experts, they also serve as a valuable technical tool for teachers, offering guidance, suggestions for activities and answers to exercises. The government distributes these materials free of charge through the National Book and Teaching Material Program (PNLD), which contributes to equal access to education, democratizing knowledge. In this context, based on the sociological approach of Actor-Network Theory (ANT), developed by Bruno Latour, Michel Callon and John Law, this research focused on analyzing the presence and participation of physics textbooks in basic education and set out to identify elements, mediations and actions that sought to identify and understand the complex interactions between textbooks and other actors, human and non-human, in socio-technical networks. Thus, this study aimed to contextualize the presence of the physics textbook in Brazil, analyse research into its role in basic education, identify and characterize its interactions in socio-technical networks, with the aim of demonstrating that, from the perspective of ANT, the textbook is an actor. The bibliographic research, using theses deposited in the Capes Theses and Dissertations Catalog as a source, sought to demonstrate that the physics textbook is an actor that contributes to the construction of socio-technical networks that shape the educational scenario. The results revealed the interaction of textbooks in curriculum development, pedagogical practices, public policies and the experience of teachers and students, revealing some of the possible socio-technical networks in which they participate, allowing us to conclude that the physics textbook is an actor in Brazilian basic education.

Keywords: Physics textbook. Actant. Basic Education. Actor-Network Theory. Bruno Latour.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Representação do fluxo sanguíneo da Ciência de Latour (2001).	92
FIGURA 2 – Controvérsia sobre a presença do livro didático de Física na Educação Básica.....	164
FIGURA 3 – Rede sociotécnica a partir das análises das teses e as funções gerais do livro didático de Física.....	175

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Orientações Fundamentais para a Adesão à Teoria Ator-Rede (TAR) segundo Bruno Latour.....	69
QUADRO 2 – BUSCA: “Livro Didático de Física”.....	106
QUADRO 3 – Exclusão de Teses pelo marco temporal.....	107
QUADRO 4 – Teses selecionada para análise	108

LISTA DE SIGLAS

ANT – Actor-Network Theory
BNCC – Base Nacional Comum Curricular
CC – Cartografia de Controvérsias
CNE – Conselho Nacional da Educação
CNLD – Comissão Nacional do Livro Didático
CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
FAE – Fundação de Assistência ao Estudante
FENAME – Fundação Nacional do Material Escolar
FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INL – Instituto Nacional do Livro Didático
GINPEC – Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC – Ministério da Educação
MP – Medida Provisória
NEM – Novo Ensino Médio
FAI – Física Auto-Instrutiva
PBEF – Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PEF – Projeto de Ensino de Física
PIBID – Programa Institucional de Bolsas de iniciação à Docência
PLIDEF – Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental
PNBE – Programa Nacional Biblioteca da Escola
PNLD – Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PNLEM – Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PPGCTS – Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade
PREMEN – Programa de Expansão e Melhoria do Ensino
PSS – Processo Seletivo Simplificado
QPM – Quadro Próprio do Magistério
TAR – Teoria Ator-Rede
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL	29
3 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA PRESENTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA	33
3.1 O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL DO SÉCULO XIX AO PNLD	33
3.2 AS FUNÇÕES DOS LIVROS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	44
3.3 O LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA	50
4 A TEORIA ATOR-REDE (TAR)	63
4.1 A TEORIA ATOR-REDE – CONCEITOS E PRESSUPOSTOS	65
4.1.1 Alguns elementos para a compreensão da Teoria Ator-Rede.....	70
4.2 A CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS	80
4.2.1 Mapear as controvérsias	85
5 CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO	95
5.1 AS FUNÇÕES GERAIS DO LIVRO DIDÁTICO PELA ANÁLISE DA TEORIA ATOR-REDE NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	96
5.2 AS CONTROVÉRSIAS DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA TAR.....	102
5.2.1 A escolha e análise das teses	105
5.3 A CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS E O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA	110
6 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA COMO OBJETO DE INVESTIGAÇÃO	114
6.1 TESE 1 – Discursos de professores e de livros didáticos de física no nível médio em abordagens sobre o ensino da Física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais.....	114
6.2 TESE 2 – Linguagem visual e ciência	117
6.3 TESE 3 – O estudo qualitativo das transformações pelas quais passam os saberes até chegarem à sala de aula no conteúdo da física ondulatória	120
6.4 TESE 4 – Representação social dos autores de livros didáticos de física sobre o conceito de calor.....	122
6.5 TESE 5 – O livro didático de física e a formação de professores: passos e compassos.....	125
6.6 TESE 6 – Artefato da cultura escolar ou mercadoria? A escolha do livro didático em análise	128
6.7 TESE 7 – Formações imaginárias de autores de livros didáticos de física presentes em propostas de atividades experimentais para o ensino médio ...	131
6.8 TESE 8 – Do livro didático de física do ensino superior ao do ensino médio: influências, aproximações e afastamentos	134
7 AS FUNÇÕES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL	138
7.1 A FUNÇÃO REFERENCIAL	139
7.2 A FUNÇÃO INSTRUMENTAL	142
7.3 A FUNÇÃO IDEOLÓGICA E CULTURAL	144
7.4 A FUNÇÃO DOCUMENTAL.....	146
8 CARTOGRAFIAS DAS CONTROVÉRSIAS DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA.	150

8.1 A CONTROVÉRSIA DA PRESENÇA DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	152
8.1.1 A construção da Cartografia de Controvérsias sobre a presença do livro didático na Educação Básica	162
8.2 A CONTROVÉRSIA SOBRE AS FUNÇÕES DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA	167
8.2.1 A construção da Cartografia de Controvérsias sobre as funções do livro didático de Física presença do livro didático na Educação Básica	174
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
10 REFERÊNCIAS.....	182
APÊNDICE – CONSTRUÇÃO DAS REDES NO <i>GEPHI</i>.....	192

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho surgiu na continuidade dos estudos voltados para o interesse em compreender a importância e a influência do livro didático de Física presente na rede pública da Educação Básica. Desde 2013, no desenvolvimento da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física, do curso de Licenciatura em Física, do Instituto Federal do Paraná – *Campus Paranaguá*, o livro didático chamou minha atenção e se destacou em discussões sobre materiais disponíveis em instituições públicas de ensino. Como consequência, houve o interesse em compreender sua atuação no ensino, tornando-se a temática da pesquisa do meu Trabalho de Conclusão do Curso (TCC)¹, buscando, na época, investigar sobre o recebimento do livro, seu papel no processo de ensino e aprendizagem, e sua utilização na perspectiva de alunos do Ensino Médio da rede pública.

Outra contribuição para o interesse da temática aconteceu no mesmo ano a partir do primeiro contato com a realidade de instituições públicas de ensino que ocorreu por meio da participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Nesse momento foi possível perceber que, por diversos motivos, nem sempre os livros didáticos estavam presentes em sala de aula ou nas mãos dos alunos. Diversos fatores, como o extravio dos livros pelos alunos após o término do ano letivo, quantidade insuficiente de livros para a turma, exigência da instituição de ensino para permanência do livro na biblioteca, entre outros, constatados durante os dois anos como bolsista, levou-me a perceber que, apesar do Programa Nacional do Livro Didático e do Material Didático (PNLD) assegurar o direito de cada aluno matriculado na rede pública do Ensino Médio de receber os livros didáticos que serão utilizados naquele período letivo, nem sempre isso ocorria.

Ainda durante a graduação, outro momento que contribuiu para os estudos sobre o livro didático foram as informações obtidas durante a realização dos Estágios Supervisionados Obrigatórios, que se iniciaram em 2013, e foram desenvolvidos em quatro semestres. Neste período foi possível vivenciar a realidade do ensino público estadual local, e, em especial, percebeu-se a falta de docentes com formação na área

¹ O trabalho de conclusão do curso de graduação em Licenciatura em Física, intitulada "O Livro Didático de Física na Perspectiva do Aluno", pode ser acessada por meio do seguinte link: [<https://drive.google.com/file/d/19-g-op1pTI9fo2HFjGqiWEDhIxfdVqHU/view?usp=sharing>].

de Física no Quadro Próprio do Magistério (QPM) no Núcleo Regional de Educação de Paranaguá, cidade na qual ainda resido e leciono.

Também observei que, devido à escassez de professores efetivos, era imperativo preencher as vagas com professores contratados por meio do Processo Seletivo Simplificado (PSS) que não fazem parte do quadro permanente do sistema de ensino estadual. Isso levantou uma preocupação, pois os professores contratados por meio do PSS são temporários, o que significa que não há garantia de que permanecerão na mesma escola no ano seguinte após o término de seus contratos no ano letivo em curso. Isso suscitou questionamentos em relação ao processo de seleção de livros didáticos e à sua utilização em sala de aula, uma vez que nem sempre o professor que fez a escolha, especialmente se contratado temporariamente pelo PSS, seria o responsável por sua utilização no ano seguinte.

Após a conclusão do curso de Licenciatura no final de 2014, no ano seguinte, iniciei minha experiência como docente PSS em escolas públicas. Durante minha participação nesse processo, pude observar a alta rotatividade de professores que lecionavam a disciplina de Física nas escolas. Isso ocorria porque, como mencionado anteriormente, o contrato por meio do PSS não garantia a permanência do professor na instituição, uma vez que o processo seletivo não possibilitava a fidelização, ao contrário do que ocorria com os docentes efetivos. Essa situação gerava uma complicação adicional para os professores que participavam da seleção de livros didáticos pelo PNLD, uma vez que não havia garantia de que o livro escolhido estaria disponível na instituição em que lecionariam no ano seguinte. Isso dificultava a utilização crítica e consciente desse material. Em muitos casos, essa situação resultava na não participação do professor na escolha do livro didático e/ou na ausência de discussões e alinhamentos sobre as concepções pedagógicas e metodológicas presentes na obra, o que poderia dificultar seu uso efetivo no processo de ensino e aprendizagem na realidade escolar.

Refletindo nos estudos já realizados e nas situações vivenciadas, houve o aumento nos questionamentos sobre o livro didático de Física no contexto educativo, intensificando assim uma maior vontade na continuidade nos estudos e nas pesquisas. Assim, no segundo semestre de 2017, buscando dar continuidade aos meus estudos, ingressei no curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS) no Instituto Federal do Paraná – *Campus Paranaguá*. Por ser um Programa de características interdisciplinares no campo da

Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no meu entendimento, abrigaria investigações que explorassem as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade, envolvendo as implicações éticas, sociais, políticas e culturais das inovações científicas e tecnológicas que pretendia desenvolver ao dar continuidade aos meus estudos a respeito do livro didático. Ao trazer uma concepção de um ensino integrado e articulado à formação crítica pressupondo compreender questões implícitas, de mundo, de sociedade, de trabalho, de cultura, de educação, poderia me subsidiar na busca de respostas às minhas inquietações investigativas.

Nesse sentido, o tema da minha pesquisa foi direcionado para o livro didático de Física como uma tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, resultando na dissertação intitulada “O livro didático como uma tecnologia de ensino – a visão de professores que lecionam Física em Paranaguá”², que propiciou, por meio de uma análise do campo CTS, uma contribuição para uma ressignificação do livro didático como tecnologia, assim possibilitando novos olhares para seu uso nas metodologias de ensino de Física.

Esta visão do livro didático a partir do campo CTS permitiu analisá-lo sob diversas perspectivas (pedagógicas, políticas, econômicas e culturais) em sua relação com a ciência e a sociedade em que está inserido e considerá-lo como uma tecnologia presente nas instituições públicas de Ensino Médio. Permitiu também pensar o livro como um objeto projetado para transmitir informações, conceitos e conhecimentos de forma estruturada e didática, que apresenta uma aplicação prática do conhecimento para resolver problemas ou alcançar objetivos específicos e está incorporado a técnicas de design, organização e comunicação para facilitar a aprendizagem dos alunos.

No decorrer desse processo, contudo, ao refletir sobre a pesquisa do livro didático, percebi que um dos seus principais objetivos é o de levar aos leitores uma programação singular em uma pluralidade que respeite a inteligência, desenvolva a sensibilidade e estimule a reflexão sobre os conhecimentos nele abordados, tendo sido possível reconhecê-lo, conforme afirmam Martins e Garcia (2017), como um

² A dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PPGCTS) está acessível por meio do seguinte link: [\[https://drive.google.com/file/d/1J2YK24FcpRwtoYcw3WBrX_yKbPipy4my/view?usp=sharing\]](https://drive.google.com/file/d/1J2YK24FcpRwtoYcw3WBrX_yKbPipy4my/view?usp=sharing).

artefato presente no contexto educacional que faz parte da cultura escolar da rede pública pelo seu conteúdo, sua produção, seu aspecto, sua abordagem metodológica e sua representação no mercado editorial.

Evidenciou-se também que o livro didático pode ser considerado um dos principais apoios dos professores em escolas da rede pública de ensino no Brasil (FRISON *et al.*, 2009; PORTELA; HIGA, 2010; ARTUSO, 2016), por muitas vezes “a única referência para o trabalho do professor, passando a assumir o papel de currículo e de definidor das estratégias de ensino” (FRISON *et al.*, 2009, p. 7). Além disso, conforme Lorenz (2010) afirma, o livro didático desempenha um papel fundamental no ensino de Física, pois quando se observa a diversidade das instituições da rede pública, o livro acaba assumindo, muitas vezes, a função de orientador das práticas curriculares e docentes.

Esta perspectiva corrobora o pensamento de Choppin (2004) para quem os livros possuem “múltiplas funções: o estudo histórico mostra ser possível reagrupar suas funções em quatro categorias, que podem variar, consideravelmente, de acordo com as áreas sócio culturais e com a política educativa em diferentes períodos” (CHOPPIN, 2020, p. 13), de forma que a investigação passasse a assumir diversos outros contornos.

Assim, o aprofundamento dos estudos sobre o livro didático de Física possibilitou perceber a existência de diversos enfoques, abordagens e metodologias utilizadas nas pesquisas em educação para melhor compreendê-lo. Porém, estudar um objeto técnico³ da Educação Básica no campo CTS trouxe uma visão das inter-relações deste campo considerando suas múltiplas influências.

Esta perspectiva admitiu como princípio a concepção de que o livro é um elemento da cultura escolar e tomou como “pressuposto de que o contexto educacional se insere em um contexto social mais amplo” (MARTINS; GARCIA, 2017, p. 50) e também que o livro tem sido considerado no campo educacional como uma

³ “Objetos técnicos” refere-se a artefatos, tecnologias ou instrumentos que foram concebidos e desenvolvidos com base em princípios técnicos e científicos para cumprir uma função específica. Esses objetos são projetados com a aplicação de conhecimentos técnicos, visando atender a necessidades práticas, resolver problemas ou melhorar processos. Para Akrich (2014, p. 162) “o objeto técnico esposa estritamente a vontade política de um grupo social, é suficiente considerar os objetos mais banais que nos cercam para constatar que sua forma é sempre o resultado de uma composição de forças cuja natureza é a mais diversa”.

fonte confiável da apresentação dos saberes escolares, sendo ainda, muitas vezes, o principal ou único apoio dos professores em suas práticas docentes, evidenciando assim sua influência nas ações pedagógicas (MÉNDEZ, 2003; SILVA, 2010; DOMINGUINI; SILVA, 2011), aspecto também considerado em documentos do Ministério da Educação (MEC):

No mundo atual, caracterizado pela diversidade de recursos direcionados ao aperfeiçoamento da prática pedagógica, o livro didático ainda se apresenta como eficaz instrumento de trabalho para a atividade docente e para a aprendizagem dos alunos. O acesso a esse instrumento contribui para a qualidade da educação básica [...] (BRASIL, 2008, p. 5).

Essa percepção que o livro didático se insere num contexto mais amplo permitiu inferir que entre humanos (alunos e professores) e não humanos (livros didáticos) podem existir relações sociotécnicas e, apoiada em estudos já realizados no campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), surgiu a ideia de pesquisar suas conexões e mediações, conceitos desenvolvidos pela Teoria Ator-Rede (TAR), teoria que tem como pressuposto “que o ‘social’ deve ser definido como associação e compreendido em termos de rede, ou ator-rede, que envolve uma heterogeneidade de elementos humanos e não humanos” (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 17), ou seja, uma teoria com abordagem analítica que procura observar as ligações e movimentos dos atores envolvidos num processo social.

Nesse contexto, o campo CTS emerge para compreender as profundas transformações da sociedade contemporânea, caracterizada por organizações em redes que englobam dimensões políticas, culturais e sociais. Ele aborda as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, destacando a possibilidade de refletir sobre como as questões científicas e as aplicações tecnológicas influenciam e são influenciadas pelos “desenvolvimentos sociais, leis, política, modos de vida, cultura, ética e meio ambiente” (CRUZ *et al.*, 2015, p. 2).

Para além de investigar essas interações, o campo incentiva a formação de um pensamento crítico e autônomo que contemple dimensões culturais e promova uma abordagem comprometida com a análise de problemas contemporâneos, buscando soluções para os desafios da sociedade atual. Nesse sentido, a TAR busca explicar os novos paradigmas de interação da cultura contemporânea, propondo análises das associações e mobilidades entre humanos e não humanos, redefinindo os conceitos de ator e rede.

De acordo com Callon (2008), a TAR apresenta uma contribuição significativa para o campo CTS, uma vez que permite uma análise abrangente das inter-relações contemporâneas, revelando nas ações humanas, tanto a criação de associações entre humanos e não humanos quanto o distanciamento do sujeito em relação ao objeto, à técnica e ao contexto social, oferecendo uma perspectiva rica para a compreensão das dinâmicas sociotécnicas.

Assim, é possível explorar similaridades entre a TAR e o conceito de cultura, que para Eagleton (2005) consiste em práticas sociais num contexto histórico em movimento, que faz expor as associações de humanos e não humanos em suas relações quando “a cultura pode ser aproximadamente resumida como o complexo de valores, costumes, crenças e práticas que constituem o modo de vida de um grupo específico” (EAGLETON, 2005, p. 54), formando assim redes com atores em desenvolvimento. Sob essa ótica, a TAR oferece uma perspectiva analítica que enfatiza a natureza relacional da cultura, permitindo compreender como os atores humanos e não humanos interagem e transformam continuamente os modos de vida e as dinâmicas sociotécnicas.

Nesse mesmo sentido, a cultura escolar também pode ser analisada à luz da TAR, sendo caracterizada como “o conjunto dos conteúdos cognitivos e simbólicos que, selecionados, organizados, ‘normalizados’, ‘rotinizados’, sob o efeito dos imperativos de didatização constituem habitualmente o objeto de uma transmissão” (FORQUIN, 1993, p. 167). A partir das contribuições descritivas e analíticas da TAR, é possível investigar as relações entre sujeitos (professores e estudantes) e objetos (livros didáticos, infraestrutura e regulamentos escolares), evidenciando a complexa rede de mediações que constitui a Educação Básica. Dessa forma, a TAR oferece um aporte teórico para compreender a cultura escolar como um campo de associações e influências mútuas, em que os atores humanos e não humanos desempenham papéis centrais na construção e transformação dos processos educativos.

Utilizar a TAR no estudo sobre o livro didático de Física, um objeto técnico da cultura escolar, poderá relacionar as implicações e relações entre os sujeitos e objetos no interior do campo de comportamento deste contexto. E a partir da perspectiva de cultura, pode-se observar a mediação de humanos e não humanos, atores que se movimentam e estão associados a uma rede pelo seu conjunto de interferências dentro da sociedade estudada.

Nesse sentido, propõe-se a hipótese de que o livro didático de Física, compreendido como um actante, não apenas reflete, mas também transforma as práticas pedagógicas ao estabelecer conexões que influenciam tanto o ensino do professor quanto o aprendizado dos alunos na Educação Básica, reconhecendo-o não como um recurso passivo, mas como um ator ativo nas redes sociotécnicas que constituem o processo educacional, capaz de influenciar e ser influenciado pelas interações humanas e não humanas.

Desse modo, como proposta de continuidade e aprofundamento dos estudos no projeto de doutorado, busquei analisar as mediações das quais o livro didático participa como ator presente nas atividades escolares docentes e discentes, e também identificar algumas das redes que são estabelecidas com outros atores do processo educativo. Busquei, assim, apoiada na TAR e nos pressupostos teóricos de Bruno Latour, Michel Callon e John Law, entender como os humanos e os não humanos, denominados actantes, se interferem e têm representatividade nas articulações sociotécnicas no sistema educacional.

Com base nessas reflexões e tomando a presença do livro didático no ensino público, questionei que interações, associações e interesses o livro didático estabelece nas relações sociotécnicas que sustentam a sua permanência na cultura escolar? que constituiu o problema de pesquisa dessa investigação.

Como suporte teórico principal para a busca de respostas ao problema de pesquisa, tomei como referência a Teoria Ator-Rede (TAR), uma abordagem sociológica que busca compreender a construção da realidade social enfocando as interações entre actantes, humanos e não humanos. Essa decisão permitiu refletir a respeito dos diversos papéis que o livro didático pode ter na educação e em suas várias relações sociotécnicas, a partir de uma visão do campo CTS, que promove uma abordagem crítica e reflexiva para examinar como a ciência e a tecnologia moldam a sociedade e como as decisões sociais influenciam o desenvolvimento para entender as complexas interações entre a inovação e os desafios sociais contemporâneos.

Para a TAR, o social não pode ser considerado estável, mas sim variável e em constante processo de construção, sendo uma abordagem da realidade que se constrói pelos seus actantes heterogêneos seguindo seus processos em ação, acompanhando a produção de diferentes versões de si, e o que parece estar pronto, poderá ser visto como resultado da ação de diferentes actantes conectados para concretizar um objetivo em comum.

Assim, pela existência de diversos enfoques, abordagens e metodologias utilizadas nas pesquisas em educação, estudar o livro didático pela TAR pode oferecer elementos para compreendê-lo como um dos diversos objetos técnicos que auxiliam na construção das relações sociais e de redes sociotécnicas no contexto educativo. Nesse sentido,

A grande vantagem deste enfoque é que não temos que escolher entre duas categorias de agência (humana ou instrumento), mas simplesmente observar a decolagem de uma multidão de agências diferentes que estão ligadas ao fato de que há numerosos agenciamentos possíveis que atuam diferentemente. E que pode-se estudar tudo isso empiricamente. (CALLON, 2008, p. 312).

Assim, é plausível considerar que existem muitos objetos técnicos que interferem diretamente na transformação da Educação Básica e que modificam o ambiente escolar no decorrer da história,

como se a TAR quisesse revelar que os objetos têm vida e ação dentro do contexto social e que não teríamos a existência de uma sociedade se não fosse pela formação indispensável da heterogeneidade das redes, que agem, participam e moldam o social. (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 58).

Desta forma, compreender os vários papéis do livro didático em seu processo de inclusão, produção e as relações com práticas pedagógicas, editoriais, econômicas e políticas públicas existentes, incluindo quem produz o livro didático, para quem ele é feito, quais interesses visam satisfazer e os resultados de seu uso, justificam a investigação.

Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo principal contextualizar a presença do livro didático de Física, analisar pesquisas sobre suas funções na Educação Básica e identificar e caracterizar suas interações em redes sociotécnicas, a fim de demonstrar que, sob a perspectiva da Teoria Ator-Rede (TAR), o livro didático configura-se como um actante, e como objetivos específicos:

- Contextualizar a presença do livro didático de Física na educação brasileira;
- Examinar as funções do livro didático de Física em teses que o inserem como objeto de estudo;
- Explorar controvérsias que destaquem a presença e as funções do livro didático na cultura escolar na busca de identificar e caracterizar as interações em redes sociotécnicas.

Considerar o livro didático como um actante mediador em um cenário que leve em consideração os diversos interesses políticos, econômicos, pedagógicos

envolvidos e suas consequências, implica em reconhecê-lo como um objeto técnico importante, presente no ambiente escolar e que vem desempenhando diversas ações no processo educacional do ensino público brasileiro.

A pesquisa foi realizada tomando como referência a Teoria Ator-Rede (TAR) que pressupõe que, na cultura contemporânea, há uma mobilidade de humanos e não humanos que se comportam como atores que agem mutuamente, interferindo e influenciando o comportamento um do outro.

Para Latour (2001, p. 346), um dos pioneiros da TAR, “uma vez que, em inglês, a palavra “*actor*” (ator) se limita a humanos, utilizamos muitas vezes “*actante*” (atuante), termo tomado da semiótica, para incluir não-humanos na definição”, indicando o actante com base naquilo que ele faz, entendendo que aquilo aparentemente pronto, feito, é resultado da ação de diferentes actantes.

Seguir os actantes, conforme a TAR, nos retira da abstração e nos lança à ação. Assim, no caso desta investigação, buscou-se compreender as possíveis associações do livro didático a partir das ações já conhecidas por pesquisas realizadas no ensino de Física, tendo como marco temporal o ano de 2009, quando, pelo PNLN, aconteceu a universalização da distribuição do livro didático de Física na rede pública de ensino. Este caminho permitiu identificar e agrupar diversos estudos sobre o livro didático e encontrar redes⁴ sociotécnicas que o mantém presente na Educação Básica no ensino público.

Para encontrar as possíveis associações do livro didático de Física na Educação Básica no ensino público, tomou-se como universo as teses depositadas no *Catálogo de Teses e Dissertações da Capes*, e foram analisadas aquelas que tivessem identificado funções por ele desempenhadas, utilizando como caminho metodológico a **pesquisa bibliográfica**. A opção pelas teses ocorreu por serem resultados de um extenso trabalho de pesquisa original conduzido ao longo de vários anos, que exige também a habilidade de comunicar os resultados e as contribuições ao campo acadêmico.

⁴ O conceito de rede “é o próprio movimento associativo que forma o social” (LEMOS, 2013, p. 53), ou seja, uma rede na TAR não é apenas uma coleção de elementos interligados, mas sim uma entidade em constante construção, onde actantes, humanos e não humanos, têm agência e influência. Essa abordagem destaca a interconexão e a interdependência entre os elementos da rede, enfatizando como as relações entre eles são construídas e mantidas ao longo do tempo.

Na TAR, rastrear associações por meio de uma pesquisa bibliográfica envolve identificar e analisar como diferentes actantes (sejam humanos ou não humanos) estão interconectados e influenciam uns aos outros numa rede. Na análise, os documentos poderão identificar as relações entre esses diferentes actantes, evidenciando as conexões explícitas ou implícitas entre eles, como interações descritas ou influências mútuas, pois na TAR, os actantes são considerados como traduções, “conceito que remete para comunicação e transformação dos actantes, bem como para a constituição das redes. É a ação principal e, por isso, a TAR é chamada também de “sociologia das associações” ”(LEMOS, 2013, p. 48), ou seja, a tradução não se limita à transposição de significado de um actante para outro, mas sim à transformação e reconfiguração das relações entre os actantes dentro de uma rede. Assim, ao analisar os documentos, observou-se como eles são traduzidos uns pelos outros e como essas traduções contribuem para a formação da rede.

Além disso, é importante procurar por áreas de discordância, debates ou conflitos nos documentos e analisar como diferentes actantes estão envolvidos em controvérsias, momentos privilegiados para a análise, pois revelam como estão envolvidos na construção e manutenção das relações de poder e significado dentro da rede. Como afirma Venturini (2010), a controvérsia revela o “magma” social, conceito que destaca a ideia de que a sociedade não é estática, mas sim dinâmica e em constante mudança.

Assim, os papéis do livro didático de Física apresentados nas pesquisas das teses auxiliaram na identificação das conexões e interações por eles estabelecidas no contexto educacional das escolas públicas brasileiras, e identificaram as associações que permitiram evidenciar os nós que formaram as redes sociotécnicas das quais os livros participam e os possíveis caminhos que eles trilharam, tanto no desenvolvimento curricular, na criação de políticas públicas e nas práticas pedagógicas, como nas mãos dos docentes e alunos.

Apesar de ser frequentemente considerado um objeto técnico fundamental no processo de ensino e aprendizagem, o livro didático tem gerado, ao longo de sua história, polêmicas e críticas no campo educacional. Essa ambiguidade reforça a importância de discutir seu papel na Educação Básica. Nesse contexto, esta tese foi organizada em capítulos, além desta **Introdução**.

No capítulo **A Educação Básica no Brasil** é apresentado o significado do termo Educação Básica no contexto brasileiro, que tem sua origem em reformas

educacionais e discussões ao longo das décadas, propondo uma educação que abrangesse diferentes níveis e modalidades de ensino, visando atender às necessidades fundamentais de formação dos cidadãos, perspectivas que ganharam força com a Constituição de 1988. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996 complementou essa visão ao definir claramente os pilares da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. O capítulo explora também o impacto do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que desempenha um importante papel ao garantir acesso a materiais didáticos a instituições de ensino público.

O capítulo **O livro didático de Física presente na Educação Básica**, apresenta um breve estudo do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), uma das maiores políticas públicas voltadas para Educação Básica, sendo resultado de diferentes e sucessivas propostas e ações para definir as relações do Estado com o livro didático no Brasil. Apresenta também o caminho do livro didático de Física no ensino público até sua inserção no PNLD, em 2009, universalizando o seu acesso a todos os professores e alunos de instituições públicas das redes federal, estaduais e municipais.

O capítulo **A Teoria Ator-Rede (TAR)** apresenta elementos para a sua compreensão, sendo a base teórica deste estudo. A TAR enfatiza a complexidade das interações sociais e a importância de estudar as conexões e associações entre os atores, sejam eles humanos ou não humanos, apresentando uma abordagem analítica para entender como a sociedade é organizada e como as mudanças ocorrem nas redes constituídas por atores em constante interação.

Os aspectos metodológicos da pesquisa são apresentados no capítulo **Caminhos da Investigação**, onde a Teoria Ator-Rede (TAR) foi aplicada para analisar a Educação Básica como um ambiente com objetos técnicos. Foram exploradas controvérsias envolvendo livros didáticos de Física, além dos procedimentos adotados para a coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica, com o objetivo de entender as ações desses livros e responder ao problema de pesquisa. Nele são detalhadas as etapas e critérios de seleção das teses no Catálogo de Dissertações e Teses da Capes e a abordagem metodológica utilizada para investigar as influências e as ações do livro didático de Física na Educação Básica, utilizando a Teoria Ator-Rede (TAR) e a Cartografia de Controvérsias (CC) para mapear as complexas redes de interações e disputas envolvendo esse objeto educacional.

No capítulo **O livro didático de Física como objeto de investigação**, são apresentados os dados e a análise das teses localizadas no Catálogo de Teses e Dissertações da Capes. Essa análise se apoiou nos pressupostos da pesquisa bibliográfica, e permitiu olhar com mais detalhes as teses que apresentam o Livro didático de Física como objeto de estudo, e nas quais buscou-se compreender como suas ações interferem e influenciam o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica, usando como marco temporal o PNLD a partir de 2009.

O capítulo denominado **As funções do livro didático de Física no contexto educacional**, apresenta uma análise detalhada sobre as ações dos livros didáticos de Física na Educação Básica no Brasil, a partir da revisão de diversas teses. Para entender as múltiplas ações dos livros didáticos, a seção adota as quatro funções gerais propostas por Choppin (2004): referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental. Essas funções evidenciam a importância dos livros didáticos como elementos ativos no processo educacional. A análise revelou que os livros didáticos não são apenas transmissores passivos de conhecimento, mas objetos técnicos que interagem com outros elementos educacionais para formar relações complexas de significação, moldando a prática educacional e a percepção dos alunos sobre o mundo.

O capítulo intitulado **as Cartografias das controvérsias do livro didático de Física** explora a Teoria Ator-Rede (TAR), destacando sua abordagem inovadora para compreender as relações e interações entre actantes, sejam humanos ou não humanos, em redes sociotécnicas. A TAR oferece uma maneira de analisar a Educação Básica como um conjunto de redes de actantes.

O foco principal deste capítulo foram os livros didáticos de Física e duas controvérsias relacionadas a partir de suas ações e relações sociotécnicas, que o coloca como actante central relativo, entrelaçando-se em redes de interesses e influências. Para mapear as redes das controvérsias utilizou-se o conceito de "fluxo sanguíneo da ciência" de Latour (2001), analisando cinco circuitos: mobilização do mundo, autonomização, alianças, representação pública e vínculos e nós. Esses circuitos ajudaram a entender como os livros didáticos interagem com diversos actantes, influenciando e sendo influenciados por eles. A cada controvérsia foi associada uma rede sociotécnica, evidenciando as complexas interações entre os diversos actantes nelas envolvidos, proporcionando uma compreensão mais profunda das ações desses livros no contexto educacional brasileiro.

Por fim, nas **Considerações Finais**, retomam-se as diretrizes principais da problemática que motivou a pesquisa, são apresentados aspectos relevantes do estudo e indicadas eventuais demandas investigativas futuras. Como a pesquisa concentrou-se em entender como o livro didático de Física atua como um actante na rede educacional, mediando interações complexas entre diversos elementos humanos e não humanos, explorou-se sua inserção no contexto educacional brasileiro, incluindo sua relação com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e seu impacto nas práticas pedagógicas. Além disso, foram examinadas várias funções do livro didático, evidenciando como ele traduz conhecimento, dissemina valores culturais e molda a prática educacional.

Ao adotar a perspectiva da TAR, que reconhece tanto entidades humanas quanto não humanas como actantes na construção social, o estudo proporcionou uma visão mais inclusiva e abrangente dos processos educacionais. No entanto, foram identificadas limitações que sugerem áreas promissoras para futuras pesquisas, como a análise longitudinal, o impacto das políticas educacionais e a inclusão de outros actantes na dinâmica educacional.

A partir deste estudo procurou-se não apenas ampliar o entendimento sobre as ações do livro didático de Física, mas também contribuir para o avanço de abordagens mais complexas e contextualizadas nos estudos educacionais, refletindo a riqueza e a diversidade das redes sociotécnicas que sustentam o ensino e a aprendizagem na Educação Básica.

2 A EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Compreender a Educação Básica no Brasil se tornou cada vez mais complexo nos anos que se seguiram à promulgação da Constituição Federal de 1988. Sua análise não é simples devido à multiplicidade de eventualidades que a envolvem e aos diversos fatores que a influenciam, incluindo leis, políticas e programas nacionais. Portanto, um cuidado essencial ao conduzir esta análise deve ser tomado no sentido de direcionar a atenção para o fator condicionante, a fim de contextualizá-lo adequadamente.

Em um capítulo próprio da Educação, o artigo 205 da Constituição Federal de 1988, afirma que “a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1988), o que permite pensar na educação como a trajetória que deve possibilitar a todos uma formação comum e fundamental para exercer cidadania e oferecer caminhos para a conquista e evolução no mundo do trabalho, e que sua existência pode ser considerada um dos principais fatores para um processo de transformação social em um país em desenvolvimento.

Nessa perspectiva, a Constituição de 1988 estabeleceu o papel fundamental da educação no desenvolvimento dos cidadãos, em conjunto com o exercício de outros direitos: civis, políticos, econômicos, sociais e culturais, criando condições para que a Lei n.º 9.394/1996, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), incorporasse esses conceitos.

A LDB de 1996 resultou de um processo de amplas discussões, debates abrangentes e revisões, e sua elaboração durou vários anos, definindo e organizando todo o sistema educacional brasileiro, garantindo o direito social à educação para todos os cidadãos do país.

A LDB regulamentou diversos aspectos do sistema educacional e estabeleceu, em seu Art. 21, o conceito de Educação Básica, definindo-a como uma etapa de educação nacional que abrange três níveis: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Sua finalidade foi estabelecida no Art. 22: “A educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e nos estudos posteriores” (BRASIL, 1996).

Nesse sentido, a Educação Básica brasileira assume um aspecto educacional globalizante e universalizado, criado para garantir a mínima escolaridade a todos os indivíduos do país. Assim, na LDB a expressão de Educação Básica implica em captar uma nova realidade surgida a partir de um “possível histórico que se realizou e de uma postura transgressora de situações preexistentes, carregadas de caráter não democrático” (CURY, 2008, p. 294). Este espaço deve permitir uma formação comum e fundamental para desempenhar sua cidadania e proporcionar caminhos para conquista e evolução no mundo do trabalho.

Diante deste pensamento, pode-se dizer que a Educação Básica, como direito, “significa um recorte universalista próprio de uma cidadania ampliada e ansiosa por encontros e reencontros com uma democracia civil, social, política e cultural” (CURY, 2008, p. 294), que carrega um pacto no contexto federativo e na organização pedagógica das instituições escolares, formando relações sociais num espaço comum.

Atualmente, a LDB propõe três níveis da Educação Básica que são oferecidos de forma gratuita nas escolas públicas e também disponíveis em instituições privadas. O primeiro nível, definido como Educação Infantil, não obrigatório, é destinado a crianças de 0 a 5 anos de idade, voltado para o desenvolvimento físico, cognitivo, afetivo e social das crianças, proporcionando um ambiente de brincadeiras e aprendizado adequados à faixa etária.

Já o segundo nível, o Ensino Fundamental, é obrigatório e abrange crianças a partir dos 6 anos até os 14 anos de idade. Ele é dividido em duas etapas: anos iniciais (1º ao 5º ano) e anos finais (6º ao 9º ano) e durante esse período, os alunos estudam, entre outros, conteúdos de Matemática, Língua Portuguesa, Ciências, História, Geografia. O nível denominado Ensino Médio, também de caráter obrigatório, é voltado para adolescentes a partir dos 15 anos e é previsto para ser completado em três anos, sendo a última etapa da Educação Básica.

Atualmente, os currículos do Ensino Infantil, Ensino Fundamental e do Ensino Médio são definidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de natureza normativa que estabelece o conjunto sistemático e progressivo de conhecimentos fundamentais que todos os estudantes devem adquirir ao longo das diferentes etapas da Educação Básica.

de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil. A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (MEC, 2018).⁵

As aprendizagens fundamentais estabelecidas na BNCC para a Educação Básica devem contribuir para garantir que os estudantes desenvolvam dez habilidades gerais, que representam, do ponto de vista pedagógico, os direitos à aprendizagem e ao desenvolvimento. Cury (2008) afirma que “a educação infantil é a raiz da educação básica, o ensino fundamental é o seu tronco e o ensino médio é seu acabamento. É dessa visão holística de “base”, “básica”, que se pode ter uma visão consequente” (2008, p. 295).

Além dessas três etapas, a Educação Básica no Brasil é complementada por diversos programas e iniciativas do governo federal, estadual e municipal, bem como de organizações da sociedade civil. Esses programas têm como objetivo aprimorar a qualidade do ensino, promover a inclusão, garantir o acesso à educação e proporcionar recursos adicionais para os alunos e as escolas. Esses programas e iniciativas, combinando políticas, investimentos e ações complementares, visam aprimorar a Educação Básica, buscando garantir que os alunos tenham acesso a uma educação de qualidade e que as escolas tenham os recursos para buscar desempenhar seu papel de forma mais efetiva possível.

Dentre os programas voltados para a melhoria da Educação Básica no Brasil, destaca-se o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), por ter a função de avaliar, selecionar e distribuir materiais didáticos para professores e alunos de escolas públicas.

Existindo, sob diversas denominações, como programa “voltado à distribuição de obras didáticas aos estudantes da rede pública de ensino brasileira”⁶ desde 1937, o PNLD tem desempenhado um papel fundamental nas escolas brasileiras. No

⁵ Detalhes a respeito da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) podem ser encontrados no link: [<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>].

⁶ Informações sobre programas estão acessíveis por meio do seguinte link: [<https://www.gov.br/fnde/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do-livro/pnld/historico>].

entanto, foi somente em 1985, que houve um aumento significativo na atenção dedicada à estruturação, destino e adequação desses materiais para a utilização em processos de aprendizagem ou formação de professores.

O PNLD é um programa do Governo Federal, vinculado ao Ministério da Educação, gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), com o propósito fundamental de garantir o acesso dos estudantes da Educação Básica a materiais didáticos de qualidade. Uma característica essencial do PNLD é a busca constante pela atualização dos livros didáticos, pois se faz necessário acompanhar as mudanças nas diretrizes curriculares e nas demandas educacionais contemporâneas, garantindo o acesso a conteúdos relevantes e alinhados com as exigências do ensino atual.

Ao longo do tempo, o PNLD tornou-se um programa de impactos significativos por contribuir para a inclusão social e educacional, promover a padronização do ensino, assegurando que o conteúdo abordado esteja alinhado com as diretrizes educacionais estabelecidas. Ao proporcionar o acesso a livros didáticos, independentemente do contexto socioeconômico ou geográfico, o PNLD contribui para a presença do livro na cultura escolar da Educação Básica, e devido ao grande investimento de recursos públicos, consolida-se como uma das maiores políticas voltadas para a educação pública.

Assim, o PNLD vem desempenhando um importante papel no contexto da educação nacional, ao fornecer materiais didáticos para escolas públicas em todo o país. No entanto, o uso do livro didático é alvo de debates e pesquisas, que questionam sua produção, distribuição e adequação às necessidades educativas contemporâneas. Além de seu valor econômico e do papel na padronização do ensino, o livro didático também levanta questões sobre o controle estatal e a igualdade de acesso à educação. Dessa forma, a análise crítica dos livros didáticos se torna essencial para entender suas contribuições e limitações no contexto da educação brasileira, refletindo a complexidade e a importância do tema na formação de uma sociedade democrática e inclusiva.

3 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA PRESENTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Os livros didáticos têm uma importância na educação brasileira por diversos fatores, podendo ser destacados o acesso ao conhecimento no decorrer de sua história, tornando-se uma fonte de informações atualizadas e reestruturadas conforme as mudanças de políticas públicas. Eles podem auxiliar os alunos a aprender e a compreender conceitos considerados essenciais para sua formação, seguindo diretrizes curriculares e pedagógicas estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC).

A padronização e a ampliação do acesso aos livros didáticos por meio de políticas públicas contribuem para a uniformização do ensino em todo o país, ajudando a garantir que todos os alunos tenham acesso ao mesmo conteúdo. Programas governamentais, como o PNLD, foram fundamentais ao fornecer livros didáticos gratuitamente às escolas públicas, facilitando o acesso no contexto geográfico dos alunos de nosso país.

Além disso, esses livros desempenham ações importantes como objetos técnicos de apoio para os professores, tornando-se um guia para o ensino, que inclui atividades e exercícios em sala de aula ou em atividades extraclasse. E também, ajudando os professores a planejar suas aulas de acordo com os tópicos considerados necessários no currículo.

Além de desempenhar todos esses papéis no contexto educacional brasileiro, o livro didático, conforme Choppin (2012), exerce ações de articulador no processo de aprendizagem, por exemplo, em setores de maior vulnerabilidade socioeconômica e cultural, representando um instrumento que busca a equidade e o enriquecimento cultural como um produto de grupos sociais.

3.1 O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL DO SÉCULO XIX AO PNLD

A conceituação do livro didático varia significativamente entre autores que abordam esse tema, antecipando a complexidade desse objeto. Gatti Júnior (1997) registra essa pluralidade conceitual:

[...] “material impresso, estruturado, destinado ou adequado a ser utilizado num processo de aprendizagem ou formação”; materiais “caracterizados pela seriação dos conteúdos”; “mercadoria”; “depositário de conteúdos educacionais”; “instrumento pedagógico”; “portador de um sistema de valores”; “suportes na formulação de uma História Nacional”; “fontes de registros de experiências e de relações pedagógicas ligados a políticas

pedagógicas da época”; e ainda materiais “reveladores de ângulos do cotidiano escolar e do fazer-se da cultura nacional” (GATTI JÚNIOR, 1997, p. 30).

Essa profusão de conceitos, na realidade, reflete a complexidade enfrentada ao analisar esse objeto da cultura escolar. Além disso, os livros eram frequentemente chamados de “manuais”, “livros de ensino” ou “livros escolares” em vez do termo mais moderno “livros didáticos”, isso acontecendo por serem “artefatos que desde há muito tempo ocupam o cenário escolar, a ponto de conjuntamente a professores e alunos consubstanciarem, perante a sociedade, o que há de mais fundamental no universo escolar” (GATTI JÚNIOR, 1997, p. 31). Os primeiros livros utilizados no Brasil eram geralmente escritos por missionários, professores e intelectuais da época, quando a educação formal estava sobretudo sob a influência da Igreja Católica, e muitas vezes eram escritos em latim ou em português arcaico.

Na última década do século XIX, ocorreram diversas reformas educacionais que tiveram um impacto significativo no uso de livros didáticos. A transição para um ensino laico, desvinculado da influência da Igreja Católica, promoveu a nacionalização da educação e a padronização dos materiais didáticos. Priorizou-se a ciência e a racionalidade, incentivando a formação de professores em escolas normais e ressaltou-se a importância do ensino primário.

Ainda, enfatizou-se a leitura e a escrita, o que resultou na produção de materiais específicos para o desenvolvimento dessas habilidades. Essas transformações reconfiguraram a educação brasileira e moldaram a seleção, produção e utilização de livros didáticos no país, fazendo com que “no final do século XIX, professores de escolas de prestígio como o Imperial Colégio Pedro II, criado em 1838 no Rio de Janeiro, começa[sssem] a publicar livros didáticos, que se tornaram referência para outras escolas do país” (SCHMIDT, 2021).

Com as reformas educacionais do século XIX e a promulgação de leis voltadas para a criação de um sistema educacional mais secular e acessível a um público mais amplo, merece destaque a reforma conhecida como Reforma Benjamin Constant, que foi implementada em 1890 (LORENZ, 1995). Essa reforma buscava modernizar o sistema educacional e alinhá-lo aos ideais republicanos recém-estabelecidos. Um de seus principais objetivos era a laicização do ensino, visando separar a Igreja e o Estado no sistema educacional, promovendo a secularização da educação e garantindo a neutralidade religiosa nas escolas públicas.

Além disso, esta reforma buscou tornar o ensino público e gratuito, tornando a educação mais acessível para a população em geral e promovendo este princípio como um direito universal. A reforma também enfatizou a formação de professores, visando melhorar a qualidade do ensino, criando escolas normais para capacitar professores a aplicar os novos métodos pedagógicos e promover o estudo das ciências e das humanidades como parte integrante da educação. Seu objetivo central era formar cidadãos bem-informados e capazes de contribuir para o desenvolvimento do país, pois “os estados brasileiros eram desiguais educacionalmente” (BOMENY, 2010, p. 3).

A reforma também estabeleceu o ensino secundário como uma etapa importante da educação brasileira, destinada a preparar os estudantes para o ensino superior e para a cidadania ativa. Com a criação e reformulação das escolas secundárias para atender a esse propósito, uma maior ênfase na produção dos livros didáticos destinados a apoiar o ensino nas escolas foi dada. Ela interferiu no currículo e, de acordo com Lorenz (1995), “em decorrência da mesma, alterou profundamente o ensino de Ciências com a introdução de novas disciplinas e o aumento da carga-horária atribuída aos estudos da área” (p. 72). As matérias clássicas e humanistas, que ocupavam a maior parte da carga-horária de ensino, cediam espaço às ciências como a Matemática, a Astronomia, a Física, a Química, a Biologia, a Sociologia e a Moral.

Benjamin Constant estabeleceu o Ginásio Nacional como modelo e padrão do ensino secundário a ser ministrado em todo o país e instituiu a obrigatoriedade dos exames de madureza, que ofereceriam aos alunos o certificado de conclusão do ensino secundário, permitindo-lhes candidatarem-se ao ensino superior. Segundo o decreto, quando os estados tivessem organizado estabelecimentos de ensino secundário segundo o plano do Ginásio Nacional, seus exames de madureza dariam o mesmo direito à matrícula nos cursos superiores. A reforma é lembrada também por ter estabelecido o processo educativo sob o modelo seriado e por ter ampliado o currículo das escolas brasileiras, incentivando o enciclopedismo (BOMENY, 2010, p. 4).

O início do século XX foi um período de reformas educacionais que também teve um impacto no sistema de ensino do país. Essas reformas, influenciadas por ideias progressistas e pelo contexto de modernização, foram marcadas por diversos aspectos, como as “que mudaram substancialmente o currículo do ensino secundário” (LORENZ, 1995, p. 74), destacando a de 1901, liderada por Epiácio Pessoa, que marcou uma nova fase na evolução do ensino secundário no Brasil (BOMENY, 2010, p. 5). Segundo esse autor, não se tratou apenas de uma reforma adicional, mas,

principalmente, representou uma transformação radical na abordagem do governo federal em relação ao ensino secundário em todo o país. Em relação ao currículo e a outros aspectos da organização pedagógica do ensino secundário, a reforma de Eptácio Pessoa teve o significado de encerrar o ciclo que havia começado logo após a primeira reforma republicana do ensino secundário em 1889.

De forma sucinta, essa primeira década do século XX foi marcada por uma série de reformas educacionais que buscaram modernizar o sistema de ensino, melhorar a formação de professores, padronizar o currículo e introduzir o ensino técnico, refletindo o esforço do país para se adaptar aos desafios do século XX e em oferecer uma educação mais adequada às necessidades da sociedade.

Em 1915, a Reforma de Carlos Maximiliano foi implementada enfatizando o ensino secundário humanístico e introduzindo um currículo nacional mais uniforme. Foi uma iniciativa destinada a promover a educação no Brasil, reoficializando-a e permitindo que o Estado retomasse sua interferência no sistema educacional do país (BOMENY, 2010), influenciando diretamente os conteúdos dos livros didáticos usados no ensino secundário.

Na década de 1920 a educação testemunhou importantes iniciativas e eventos, como o estabelecimento de alguns princípios educacionais, como a expansão da escola pública, a criação de escolas profissionais para ambos os sexos, melhorias nas condições de trabalho dos educadores e assistência financeira para crianças. Em 1925, ocorreu a última reforma da Primeira República, conhecida como Reforma Rocha Vaz, que manteve uma abordagem conservadora, refletindo ainda o caráter elitista da sociedade da época, sendo “esta foi a última reforma a afetar o ensino secundário na Primeira República” (BOMENY, 2010).

A crise econômica mundial de 1929 afetou a economia brasileira e coincidiu com o período da Segunda República. Grandes mudanças ocorreram na década de 1930, abrangendo áreas políticas, econômicas e sociais. O Brasil acompanhou essas mudanças e sua abordagem educacional também passou por alterações, como as ocorridas na Segunda República e no início da Era Vargas.

Na década de 1930, por meio do Decreto n.º 19.402/1930, foi criado o Ministério da Educação e Saúde Pública, juntando duas áreas em um único órgão governamental. Essa criação marcou um importante momento na história do sistema de saúde e da educação no Brasil, pois estabeleceu a necessidade de considerar

tanto a saúde quanto a educação como pilares fundamentais do desenvolvimento nacional. Seu primeiro-ministro foi o médico e educador Francisco de Campos.

No período do governo de Getúlio Vargas, com a orientação do Ministério da Educação e Saúde, foram implementadas uma série de reformas que exerceram um impacto significativo no sistema educacional do país e tiveram influência duradoura na estrutura da educação brasileira, que “orientou e concentrou esforços no ensino público, particularmente na formação e na qualificação de professores e na reestruturação do Curso Normal” (BOMENY, 2010).

A Reforma de Francisco Campos (1932) e a Reforma Capanema (1943) “estimularam a elaboração e a divulgação de livros didáticos que foram produzidos de acordo com os programas de ensino expedidos pelo Ministério da Educação e Saúde Pública” (LORENZ, 1995, p. 77), promovendo a padronização dos livros didáticos e centralizando o controle do material didático pelo governo federal.

Em 1937, quando Gustavo Capanema assumiu o cargo de Ministro da Educação no governo Vargas, foi criado o Instituto Nacional do Livro Didático (INL), que recebeu como suas primeiras responsabilidades editar obras literárias visando enriquecer a cultura popular, criar uma enciclopédia e um dicionário nacional, e aumentar o número de bibliotecas públicas. Capanema (1937)⁷ afirmou que

O livro é, sem dúvida, a mais poderosa criação do engenho humano. A influência que ele exerce, sob todos os pontos de vista, não tem contraste. O livro não é só companheiro amigo, que instrui, que diverte, que consola. É ainda e sobretudo o grande sementeiro, que, pelos séculos afora, vem transformando a face da terra. Encontraremos sempre um livro no fundo de todas as revoluções. É, portanto, dever do Estado proteger o livro, não só promovendo e facilitando a sua produção e divulgação, mas ainda vigilando no sentido de que ele seja, não o instrumento do mal, mas sempre o inspirador dos grandes sentimentos e das nobres causas humanas (CAPANEMA, 1937).

Neste contexto, a criação do órgão específico para legislar sobre políticas do livro didático contribuiu para dar maior legitimação ao livro e, conseqüentemente, auxiliou no aumento de sua produção. Por meio do Decreto-Lei n.º 1.006/1938, o Estado instituiu a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), estabelecendo sua

⁷ CAPANEMA, G. Exposição dos motivos para a criação do INL. Ministro da Educação e Saúde. Rio de Janeiro, 21 de dezembro de 1937. Arquivo GCg. Esta informação está disponível no seguinte link: [https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decllei/1930-1939/decreto-lei-93-21-dezembro-1937-350842-exposicaodemotivos-75476-pe.html].

primeira política de legislação do livro, que tinha “a função de examinar e julgar os livros didáticos para serem editados pelos poderes públicos, e, ainda, sugerir a abertura de concursos para que os livros fossem produzidos” (ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2019, p. 252). Porém, foi pelo Decreto-Lei n.º 8.460/1945, que foi consolidada a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático, atribuindo ao professor a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos.

A partir de 1971, o INL começou a implementar o Programa do Livro Didático para o ensino Fundamental (PLIDEF). Com a extinção do INL em 1976, a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME) assumiu a responsabilidade pela administração do programa de livros didáticos. Nesse momento, o governo começou a adquirir os livros utilizando recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e contribuições dos Estados (ALBUQUERQUE; FERREIRA, 2019).

Em 1983, a FENAME foi substituída pela Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que incorporou o PLIDEF. Durante esse período, um grupo de trabalho designado para lidar com as questões relacionadas aos livros didáticos propôs a participação dos professores na seleção dos materiais e a expansão do programa, abrangendo todas as séries do Ensino Fundamental.

Em 1985, por meio do Decreto-Lei n.º 91.542, em substituição ao PLIDEF, foi instituído o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), a ser executado por meio de ações da FAE. Algumas das alterações propostas pelo PNLD, em relação ao PLIDEF, incluíam:

Indicação dos livros pelos professores; reutilização do livro, implicando a abolição do descartável; aperfeiçoamento das especificações técnicas para sua produção, visando à maior durabilidade e possibilitando a implantação de bancos de livros didáticos; extensão da oferta aos alunos de 1ª e 2ª séries das escolas públicas e comunitárias (BRASIL, 2018).

Com a criação do PNLD pelo governo federal, garantiu-se a aquisição e distribuição de livros didáticos para todos os estudantes e professores das escolas públicas do Ensino Fundamental, nível de ensino inicialmente atendido pelo Programa.

A Constituição Federal de 1988 trouxe para o âmbito educacional avanços significativos ao reconhecer a educação como um direito de todos e um dever do Estado (BRASIL, 1988). A esse respeito, Cury (2008) afirma:

Assim, para fazê-la direito de todos, era imprescindível que houvesse algo de comum ou universal. É dessa inspiração, declarada e garantida na Constituição, que a educação escolar é proclamada direito. Dela se espera a

abertura, além de si, para outras dimensões da cidadania e da petição de novos direitos (CURY, 2008, p. 297).

Essa regulamentação contribuiu para o avanço de uma educação de qualidade e para o acesso mais equitativo aos recursos educacionais em todo o país, e conseqüentemente garantiu força para a continuidade do PNLD. Höfling (2000) entende “o PNLD como uma estratégia de apoio à política educacional implementada pelo Estado brasileiro com a perspectiva de suprir uma demanda que adquire caráter obrigatório com a Constituição de 1988” (HÖFLING, 2000, p. 159).

A década de 1990 foi caracterizada por várias mudanças no PNLD, com foco ainda no Ensino Fundamental. Em 1992, a distribuição de livros foi afetada por restrições orçamentárias, resultando em uma redução na abrangência, que passou a atender apenas as séries iniciais do ensino fundamental.

No ano seguinte, o FNDE destinou recursos para a aquisição de livros didáticos para os alunos das redes públicas de ensino, estabelecendo um fluxo regular de financiamento para a aquisição e distribuição desses materiais. Entre 1993 e 1994 estabeleceram-se critérios para a avaliação dos livros, e foi elaborado o Guia de Livros Didáticos com a análise e a avaliação prévia do conteúdo pedagógico dos livros avaliados. Segundo Cornélio (2015), “na tentativa de controlar e garantir a qualidade do livro didático, o Ministério da Educação (MEC) passou a desenvolver e executar medidas, desde a implementação do PNLD, para avaliar sistemática e continuamente os livros didáticos a serem distribuídos” (2015, p. 3).

Datam somente do início dos anos 90 os primeiros passos dados pelo MEC para participar mais diretamente e sistematicamente das discussões sobre a qualidade do livro escolar. Em primeiro lugar, em 1993, por meio do Plano Decenal de Educação para Todos, assume, como diretrizes, ao lado do aprimoramento da distribuição e das características físicas do livro didático adquirido, capacitar adequadamente o professor para avaliar e selecionar o manual a ser utilizado e melhorar a qualidade desse livro, por intermédio da definição de uma nova política do livro no Brasil. Também em 1993, em segundo lugar, o Ministério forma uma comissão de especialistas encarregada de duas principais tarefas: avaliar a qualidade dos livros mais solicitados ao Ministério e estabelecer critérios gerais para a avaliação das novas aquisições. Os resultados do trabalho dessa comissão, publicados em 1994, evidenciam as principais inadequações editoriais, conceituais e metodológicas dos livros didáticos e estabelecem os requisitos mínimos que deve preencher um manual escolar de boa qualidade. Apesar dessas conclusões, foram restritas suas conseqüências diretas no PNLD. (BATISTA, 2001, p. 12).

Entretanto, “essas repercussões só se dariam a partir de 1995, quando, acompanhando a universalização do atendimento pelo PNLD e sua extensão ao conjunto das disciplinas obrigatórias do currículo da escola fundamental” (BATISTA,

2001, p. 12), fazendo o ministério estabelecer a análise e a avaliação pedagógica dos livros que seriam selecionados pelas escolas e distribuídos pelo PNLD .

No final do primeiro semestre de 1996, os resultados do processo de avaliação dos livros foram divulgados para os diferentes setores que compõem o MEC e integram o circuito de produção e consumo do livro didático, incluindo editores, autores, distribuidores, professores do Ensino Fundamental, pais, alunos e a comunidade universitária. Foi criado e enviado às editoras um laudo técnico para cada um de seus livros excluídos e não recomendados pelo PNLD, composto por uma ficha de avaliação e um parecer elaborado pelas comissões de avaliação. E também, foi realizado

No campo do consumo do livro didático, a divulgação se fez de duas formas: em primeiro lugar, por meio de um intenso debate na imprensa; em segundo, por meio da publicação - pela primeira vez no PNLD - de um Guia de Livros Didáticos, no qual todos os livros que reuniram qualidades suficientes para serem recomendados {com ou sem ressalvas} foram apresentados aos professores (BATISTA, 2001, p. 13).

E, por meio deste Guia, o professor teria acesso a uma série de informações sobre os livros e poderia escolher o mais adequado às características de sua região, de seus alunos e ao processo pedagógico de sua escola.

Com base no Guia, os professores puderam ter condições mais adequadas para a escolha do livro que julgavam mais apropriado a seus pressupostos, às características de seus alunos, às diretrizes do projeto político-pedagógico de sua escola. Puderam, inclusive, optar por adotar um livro que, embora não recomendado pelo MEC, tivesse tido sua inscrição aceita no PNLD (e por isso receberam, ao lado do Guia, um Catálogo com a relação de todos os livros que não foram excluídos no processo de avaliação). Só não puderam escolher livros que – em razão de apresentarem preconceito, discriminação, erro conceitual grave – foram excluídos do Programa Nacional do Livro Didático (BATISTA, 2001, p. 14).

Desde a criação do Guia, tenta-se proporcionar à educação o controle da qualidade dos livros didáticos que chegavam às escolas públicas por meio de um processo avaliativo. Contudo, ainda havia a ausência de participação dos professores da Educação Básica nas avaliações. Nesse contexto político educacional, Britto (2011) destaca que

O processo de avaliação vem sendo modificado a cada ano. No início, eram constituídas comissões de especialistas por área, que classificavam as obras como Recomendadas com Distinção (3 estrelas); Recomendadas (2 estrelas); Recomendadas com Ressalvas (1 estrela); Não Recomendadas. Todas as obras avaliadas constavam do Guia, e não havia impedimento para que os professores optassem por livros recomendados com ressalva ou não recomendados – o que, de fato, ocorria com frequência. Em 2001, as obras não recomendadas deixaram de constar do Guia e, em 2004, abandonou-se

o sistema de estrelas. A partir de 2007, abandonou-se o sistema de classificação como um todo, e o Guia passou a incluir apenas as resenhas das obras recomendadas (BRITTO, 2011, p. 9).

No final da década de 1990, a FAE foi extinta, transferindo a responsabilidade pela execução da política do PNLD integralmente para o FNDE. O Programa foi expandido e o MEC passou a adquirir livros didáticos continuamente para Alfabetização, Língua portuguesa, Matemática, Ciências, Estudos Sociais, História e Geografia, para todos os alunos e professores do Ensino Fundamental público, conseguindo “estabelecer um fluxo regular de recursos para o programa, cumprindo finalmente sua proposta de universalização do PNLD” (SOARES, 2007, p. 9) para o Ensino Fundamental.

O Ensino Médio, por sua vez, só foi contemplado em programas de distribuição de livros no início do século XXI, durante o governo de Luís Inácio Lula da Silva, com uma versão denominada Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM)⁸ pela Resolução CD/FNDE n.º 38 de 15/10/2003, “considerando ser o livro didático um recurso básico para o aluno, no processo ensino-aprendizagem” (BRASIL, 2003). No primeiro momento o PNLEM proporcionou acesso aos alunos e professores das escolas públicas do Ensino Médio de livros de Português e Matemática, realizando um atendimento de forma progressiva das outras disciplinas para os alunos das três séries de todo o Brasil.

Em 2007 foram feitas as escolhas para os livros didáticos de Biologia, História e Química, que foram utilizados no ano de 2008. Neste mesmo ano houve a inclusão das disciplinas de Geografia e Física, para serem utilizadas no ano de 2009. Assim, os alunos e professores das escolas públicas passaram a ter à disposição livros didáticos avaliados e aprovados pelo MEC como mais um recurso didático disponível para o ensino de Física.

A chegada do Programa Nacional de Livros Didáticos para o Ensino Médio (Pnlem) aos livros de Física, em 2008, introduziu novos paradigmas na composição dos livros didáticos, marcando o início de um novo período. Se, antes, os editores publicavam livros que atendiam às demandas de mercado, desde a chegada do Pnlem, precisam publicar livros que cumpram aos critérios do programa, porque somente os livros pré-selecionados podem ser adquiridos pelo governo. Como as compras estatais são muito superiores às

⁸ O PNLEM teve uma existência breve. Alguns anos após sua instituição, suas iniciativas foram absorvidas pelo PNLD. Fonte: "PNLEM – Apresentação", disponível no seguinte link: [<http://portal.mec.gov.br/pnlem>].

vendas das editoras ao setor privado, o Pnlem, hoje incorporado ao PNLD, inevitavelmente induziu mudanças no formato das obras (PERDIGÃO; IPOLITO, 2021, p. 11).

Em 2010 o PNLEM foi absorvido pelo PNLD conforme o Decreto-Lei nº 7.084/2010 (BRASIL, 2010) sendo estabelecidas diretrizes e regras essenciais para a avaliação e produção dos livros didáticos no Brasil, visando garantir aos estudantes livros de qualidade e adequados às necessidades do currículo nacional. A medida também procurou enfrentar e solucionar diversas críticas que surgiram durante a implantação desses programas na Educação Básica, abrangendo desde o Ensino Fundamental até o Ensino Médio. A respeito do processo de avaliação, Britto (2011) pondera que

O processo de avaliação sofreu diversas críticas. Já foi acusado de elitista – por ser executado por equipes de professores universitários, sem experiência de docência na educação básica; hermético – por não haver divulgação dos pareceres produzidos e dos nomes dos pareceristas, que poderiam, inclusive, estar eticamente impedidos de proceder à avaliação, caso fossem próximos aos autores e às editoras das obras avaliadas; excessivamente caro – pelos altos valores pagos às universidades participantes, repassados, muitas vezes, por meios das fundações de apoio à pesquisa; ditatorial – por não contemplar a possibilidade de recurso pelos autores de obras reprovadas; enviesado – por privilegiar uma abordagem pedagógica construtivista, em detrimento de abordagens instrucionistas; subjetivo – por adotar critérios pouco claros e abertos a diferentes interpretações (BRITTO, 2011, p. 9).

Nesse sentido, o Decreto-Lei nº 7.084/2010 (BRASIL, 2010), trouxe mudanças na legislação, visando a sanar problemas apontados. Destacando-se:

[...] Art. 14 A avaliação pedagógica das obras será realizada por instituições de educação superior públicas, de acordo com as orientações e diretrizes estabelecidas pelo Ministério da Educação, a partir das especificações e critérios fixados no edital correspondente.

§ 1º Para realizar a avaliação pedagógica, as instituições de educação superior públicas constituirão equipes formadas por professores do seu quadro funcional, professores convidados de outras instituições de ensino superior e professores da rede pública de ensino.

§ 2º Os integrantes das equipes avaliadoras firmarão termo declarando não prestarem pessoalmente serviço ou consultoria e, ainda, não possuírem cônjuge ou parente até o terceiro grau entre os titulares de direito autoral ou de edição inscritos no processo, ou qualquer outra situação que configure impedimento ou conflito de interesse [...].

[...] Art. 20 As obras avaliadas pedagogicamente, de acordo com os critérios estabelecidos em edital, receberão pareceres elaborados pelas equipes técnicas, que indicarão:

I - a aprovação da obra;

II - a aprovação da obra condicionada à correção de falhas pontuais, que, a critério dos pareceristas, não comprometam o conteúdo ou conjunto da obra; ou

III - a reprovação da obra.

§ 1º Na hipótese do inciso II do caput, o titular de direito autoral ou de edição poderá rerepresentar a obra corrigida no prazo de quinze dias a contar da publicação do resultado da avaliação pedagógica, para conferência e eventual aprovação, caso as falhas apontadas no parecer tenham sido devidamente sanadas [...] (BRASIL, 2010).

Em 2017 houve, por meio do Decreto n.º 9.099/2017, a unificação das iniciativas de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários, anteriormente abrangidas pelo PNLD e pelo Programa Nacional Biblioteca da Escola (PNBE), passando o Programa a ser denominado Programa Nacional do Livro e do Material Didático, mas sendo mantido seu acrônimo PNLD. Houve expansão do seu escopo, permitindo a inclusão de diversos outros materiais de apoio à prática educativa, além das obras didáticas e literárias. Essa expansão englobou obras pedagógicas, softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e voltados para a gestão escolar, entre outros.

Percebe-se, por esse breve retrospecto, que a existência do PNLD possibilita que o livro didático seja considerado um dos poucos objetos técnicos onipresentes no ambiente escolar, propiciando, em tese, que todos os alunos da Educação Básica da rede pública tenham acesso ao livro e a outros materiais didáticos. A expansão do PNLD exerceu também um papel importante para o crescimento das pesquisas sobre os usos e ações do livro didático, incentivando discussões sobre possíveis mudanças nas metodologias, concepções e práticas de ensino. Assim, há que se considerar, conforme Garcia (2017),

[...] que os livros didáticos, seu conteúdo, sua produção, sua apresentação, sua abordagem metodológica e seu papel no mercado editorial têm uma história e contexto que se relaciona com uma determinada concepção de ensino e de aprendizagem, razão pela qual a investigação sobre eles também se faz importante e premente (GARCIA, 2017, p. 10).

Nesse sentido, analisar e refletir sobre as diversas influências e nuances que moldam os livros possibilitará entender melhor os detalhes das políticas educacionais vigentes em nosso país e o conjunto de interações econômicas, sociais e culturais que os livros didáticos estabelecem, assim como a sua relação com o Estado mediada pelo PNLD, que cria um elo entre ele, profissionais da educação e a comunidade escolar.

3.2 AS FUNÇÕES DOS LIVROS DIDÁTICOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O livro didático pode ser considerado um artefato onipresente no ambiente escolar brasileiro, fazendo parte da memória visual e da cultura de muitas gerações. Bittencourt (2004) afirma que,

Apesar de ser um objeto bastante familiar e de fácil identificação, é praticamente impossível defini-lo. Pode-se constatar que o livro didático assume ou pode assumir funções diferentes, dependendo das condições, do lugar e do momento em que é produzido e utilizado nas diferentes situações escolares. Por ser um objeto de “múltiplas facetas”, o livro didático é pesquisado enquanto produto cultural; como mercadoria ligada ao mundo editorial e dentro da lógica de mercado capitalista; como suporte de conhecimentos e de métodos de ensino das diversas disciplinas e matérias escolares; e, ainda, como veículo de valores, ideológicos ou culturais (BITTENCOURT, 2004, p. 471).

O livro didático, independentemente da disciplina curricular, também pode se apresentar como um guia estruturado que ordena e apresenta o conteúdo de maneira sequencial e progressiva e “parecem ser, assim, para parte significativa da população brasileira, o principal impresso em tomo do qual sua escolarização e letramento são organizados e constituídos” (BATISTA, 2002, p. 531).

Ele proporciona uma base de conhecimento para os alunos, transformando-se em uma fonte de exercícios e atividades práticas que contribuem para o desenvolvimento de suas habilidades durante o processo de aprendizado. Adicionalmente, ele serve como um recurso de referência para os professores, auxiliando-os no planejamento de suas aulas e aprofundando sua compreensão dos tópicos. Segundo Guimarães (2011), “o livro didático é visto como um recurso didático impresso, editado e comercializado que une os conhecimentos gerais e didatizados de uma disciplina. É um suporte para a educação formal em qualquer etapa da vida escolar” (2011, p. 6).

Silva (2012) afirma que,

Além de consagrado em nossa cultura escolar, o livro didático tem assumido a primazia entre os recursos didáticos utilizados na grande maioria das salas de aula do Ensino Básico. Impulsionados por inúmeras situações adversas, grande parte dos professores brasileiros o transformaram no principal ou, até mesmo, o único instrumento a auxiliar o trabalho nas salas de aula (SILVA, 2012, p. 806).

Assim, o livro didático pode ser um atuante social que assimila e incorpora comportamentos e normas de acordo com sua importância na sociedade na qual está inserido, gerando movimentações no processo de ensino e aprendizagem no contexto educativo. Para Choppin (2004) e Bittencourt (2004) ele pode ser visto como um

"referencial curricular" e um "documento histórico", além de ser um "objeto técnico" presente nas escolas, criando diversas interações entre professor, aluno e objeto de conhecimento.

Entretanto, apesar dessa importância, somente mais recentemente o livro didático passou a ser objeto de pesquisa. Choppin (2020) atribui esse interesse de investigação sobre os livros didáticos como resultado “de uma série de fatores conjunturais” (2020, p. 11):

[...] o interesse crescente de historiadores profissionais ou não sobre as questões educacionais, área na qual a demanda social tem se tornado cada vez mais forte; a preocupação de muitas populações em construir ou redescobrir uma identidade cultural que necessita recuperar os acontecimentos históricos mais ou menos recentes; as consequências do colapso soviético, ou, ainda, o recrudescimento de aspirações regionalistas; o desenvolvimento de reivindicações de minorias; os avanços que se realizaram sobre a história do livro em numerosos países e de grandes sínteses, especialmente, sobre a história da edição contemporânea; o progresso considerável de técnicas de armazenamento, de tratamento e de difusão de informações que estavam apenas à espera de uma resposta adequada ao gerenciamento e crescimento de uma quantidade de documentação bastante numerosa de produções escolares; as incertezas sobre o futuro do impresso, e mais particularmente sobre o papel do livro didático no futuro frente às novas tecnologias educativas principalmente nos ambientes digitais (CHOPPIN, 2020, p. 11).

A partir dos argumentos de Choppin (2020) sobre a dinâmica das pesquisas contemporâneas sobre o livro didático, pode-se destacar, em primeiro lugar, haver um interesse crescente tanto de historiadores profissionais quanto amadores nas questões educacionais que refletem uma demanda social crescente, onde a educação se torna um foco central de estudos históricos, demonstrando sua importância no entendimento e na construção do conhecimento coletivo.

Além disso, muitas populações estão empenhadas em construir ou redescobrir suas identidades culturais, o que frequentemente envolve a recuperação de eventos históricos, sejam eles recentes ou antigos. Esse esforço para recuperar e valorizar o passado é importante na formação e reafirmação de identidades culturais contemporâneas, mostrando a relevância do livro didático como um veículo de memória e identidade.

Outro fator significativo é o fortalecimento das aspirações regionalistas, que frequentemente recorrem à história para fundamentar suas reivindicações culturais e políticas, sublinhando a importância dos livros didáticos como objetos técnicos na disseminação de narrativas históricas específicas. Paralelamente, o desenvolvimento das reivindicações de minorias tem impulsionado estudos sobre a história da

educação e dos próprios livros didáticos. Grupos considerados minorias, como os povos afrodescendentes e indígenas, buscam reconhecimento e representação adequados nas narrativas históricas, o que tem levado a uma maior exploração desses temas e à revelação de lacunas e preconceitos que podem estar presentes nos livros didáticos.

Outro destaque da narrativa de Choppin (2020), refere-se ao avanço considerável das técnicas de armazenamento, tratamento e disseminação de informações, progressos que permitem a gestão eficiente de uma grande quantidade de documentação relacionada às produções escolares, facilitando o acesso e a análise desses materiais, e ampliando as possibilidades de pesquisa e de preservação histórica.

Há, porém, uma preocupação crescente com o futuro dos livros didáticos impressos, pois existe o avanço das tecnologias digitais e educativas, e incertezas sobre como esses novos formatos irão coexistir ou substituir os livros impressos, colocando em discussão o papel do livro didático na educação do futuro. Nesse sentido, as novas tecnologias educativas, especialmente nos ambientes digitais, representam tanto desafios quanto oportunidades para o livro didático. A transição para o digital pode transformar a forma como os conteúdos educacionais são distribuídos e utilizados. Esses fatores combinados mostram a complexidade e a riqueza do campo de estudos sobre o livro didático, destacando sua relevância não apenas como objeto técnico, mas também como objeto de pesquisa histórica e cultural.

Porém, ainda para Choppin (2020), a dinâmica tem causas estruturais, como “a definição mesmo do objeto livro didático, a multiplicidade de suas funções, a coexistência de outros suportes educativos e a diversidade de sujeitos envolvidos” (2020, p. 11). Esses são questionamentos sobre os livros didáticos que decorreram ao longo da história, buscando compreender a influência e a interferência dos livros e dos recursos didáticos nos contextos históricos do processo educativo.

Freitag, Motta e Costa (1993) afirmam que o estudo do livro didático não pode ocorrer de maneira independente; requer a consideração das estruturas de poder e econômicas presentes na sociedade, a fim de entender seu funcionamento. Nesse contexto de compreensão dos papéis desempenhados pelo livro didático na Educação Básica, é essencial examinar as funções que ele desempenha, bem como investigar

como os sujeitos e outros elementos se relacionam no ambiente educacional com base nos significados e interpretações que atribuem a ele.

Segundo Choppin (2004), há quatro funções gerais para o livro didático, associadamente ou não, que podem apresentar notáveis variações dependendo do contexto sociocultural, da época, das disciplinas, dos níveis de ensino, dos métodos e das maneiras de aplicação, sendo elas: *função referencial*, *função instrumental*, *função ideológica e cultural*, e *função documental* (2004, p. 553).

A *função referencial*, também considerada função curricular, tende a olhar o livro como um recurso didático que existe por um programa de ensino, que organiza os conteúdos específicos exigidos por documentos oficiais. Para Choppin (2004) essa função expressa o livro didático como uma representação simples da tradução exata do currículo, permanecendo como o principal veículo para os conteúdos educacionais, sendo o repositório dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social considera crucial transmitir para as gerações futuras.

A segunda função, *instrumental*, é composta de métodos de aprendizagem, que possibilitem a assimilação do conhecimento. O livro didático implementa estratégias de ensino, apresenta exercícios ou atividades que, de acordo com o contexto, têm como objetivo simplificar a memorização de conhecimentos, promover a aquisição de habilidades específicas da disciplina ou habilidades transferíveis, bem como facilitar a aquisição de métodos de análise e solução de problemas, entre outros objetivos.

A *função ideológica e cultural* “é a função mais antiga” (CHOPPIN, 2004, p. 553), que considera o livro um artefato político, que pode contribuir para a socialização (em alguns casos, a doutrinação) das novas gerações. Nesse sentido, o livro didático se estabeleceu como um dos principais veículos para a difusão da língua, da cultura e dos valores das classes sociais. E também, como um objeto técnico que auxilia na formação da identidade, desempenhando, assim, um papel político significativo. Choppin (2004) afirma que essa função tem o potencial de influenciar e moldar as gerações mais jovens, e pode manifestar-se de maneira explícita, sistemática e evidente, ou de forma mais sutil e implícita, mas não menos eficaz.

Por fim, a *função documental*, que promove certa autonomia do aluno de procurar referências no livro didático, sem ser direcionado a buscar um conjunto de documentos (textuais ou icônicos). Acredita-se que o livro didático tem o potencial de disponibilizar, mesmo sem orientação direta de leitura, uma série de materiais, seja em forma de texto ou de elementos visuais, cuja observação pode contribuir para o

desenvolvimento do pensamento crítico do aluno. Essa função, para Choppin (2004), é relativamente recente na literatura educacional, sendo encontrada principalmente em contextos pedagógicos que valorizam a autonomia do aluno e buscam promover sua iniciativa pessoal.

Assim, ao refletir sobre as funções gerais de Choppin (2004) pode-se observar que o livro didático não opera de forma isolada, mas está em constante interação com outros atores (professores, alunos, currículos, políticas educacionais, tecnologias, etc.), e essas relações se moldam conforme suas ações no contexto educativo. Ele participa ativamente na construção do ambiente educacional, influenciando e sendo influenciado por múltiplos elementos e relações nesse contexto.

Choppin (2004) argumenta que, embora o livro didático não seja o único recurso educacional presente na escola, “a coexistência (e utilização efetiva) no interior do universo escolar de instrumentos de ensino-aprendizagem que estabelecem com o livro relações de concorrência ou de complementaridade influem necessariamente em suas funções e usos” (2004, p. 553). Isso demonstra a ligação do livro didático com diversos atores envolvidos em todas as etapas que caracterizam seu percurso dentro do processo educacional.

Neste sentido, as ações do livro didático podem ser interpretados sob diversas óticas, como “a histórica, a política, a econômica, a linguística, a psicopedagógica e a ideológica, incluindo a ótica dos usuários do livro (o professor e o aluno)” (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1993, p. 127), evidenciando que suas concepções se inserem em um contexto mais amplo, e nesse contexto mais atores podem aparecer quando se acompanham os caminhos e as interações que o livro didático estabelece na Educação Básica brasileira.

Portanto, é possível considerar o livro didático em múltiplas dimensões, como um objeto complexo, um produto cultural de funções plurais, um veículo linguístico, ideológico e cultural, um suporte de conteúdo educativo e um instrumento de aprendizagem (BITTENCOURT, 2008).

O livro didático vem fornecendo uma base estruturada de conhecimento para alunos e professores, padronizando o currículo, ofertando informações organizadas e sequenciais, além de orientações práticas sendo um “material predominante disponível para os professores e nele estão organizados os conteúdos de uma maneira didática, contendo as indicações do currículo oficial” (AGUIAR; GARCIA, 2017, p. 4). E também, é um recurso de referência e consulta, que auxilia na

compreensão de conceitos e na promoção da consistência educacional, contribuindo para a interação entre escola, alunos e famílias.

Para Choppin (2020),

a pluralidade de funções do manual se traduz inicialmente pela sua terminologia: a profusão de expressões que foram ou ainda têm sido utilizadas, assim como a imprecisão e a instabilidade de suas acepções, mostram que os contemporâneos não concebem a literatura didática⁹ como um conjunto homogêneo (CHOPPIN, 2020, p. 12).

Assim, a diversidade de funções desempenhadas pelos livros didáticos, particularmente na forma como são nomeados e descritos, sugere que a grande quantidade de termos que foram usados no passado e ainda estão em uso, juntamente com a falta de clareza e a variação em seus significados, indica que as pessoas contemporâneas não veem a literatura didática como uma categoria uniforme. Em outras palavras, os livros didáticos são multifacetados, desempenhando diferentes papéis e, por isso, não podem ser facilmente agrupados em uma única definição ou categoria precisa.

Estudos sobre os livros didáticos têm evidenciado a complexidade deste material aparentemente simples, presente no contexto educacional. Este material, com fronteiras indefinidas, intrinsecamente se conecta com diversos atores, incluindo autores, editores, técnicos, funcionários, representantes do poder político e outras instituições ligadas à educação, além dos professores e alunos. Choppin (2020) já havia alertado que

O manual escolar integra muitos atores na comunidade nacional: grupos políticos, responsáveis religiosos, profissionais do livro, representantes do corpo de educadores, pais dos alunos, cientistas, associações diversas etc. É por esta condição que as discussões e debates sobre livros didáticos não são tranquilos e são pouco serenos: objeto atualmente bastante generalizado em escala universal, manipulado, lido e comentado, não para de suscitar controvérsias, tanto no interior da opinião pública nacional (ao menos nos países onde existe uma certa liberdade de expressão), quanto em debates internacionais. E todas estas reações e polêmicas fornecem ao historiador

⁹ Literatura didática refere-se a um tipo de escrita cuja principal finalidade é educar ou instruir o leitor. Este gênero literário abrange uma variedade de formas e estilos, mas todos compartilham o objetivo de transmitir conhecimento, valores, habilidades ou ensinamentos de maneira clara e direta. Para Choppin (2004) a literatura escolar está localizada na interseção de três gêneros que, cada um em seu próprio contexto, contribuem para o processo educativo, sendo um deles “a literatura didática, técnica ou profissional que se apossou progressivamente da instituição escolar, em épocas variadas, de acordo com o lugar e o tipo de ensino” (2004, p. 552).

uma fonte de pesquisa bastante rica e que necessita ser mais explorada (CHOPPIN, 2020, p. 14).

Assim, o livro didático vem desenvolvendo um importante papel no contexto mais amplo da cultura brasileira, das práticas de leitura e escrita, bem como no campo da produção editorial. Como resultado, abrange diversas dimensões além da nossa cultura, como nos processos sociais e econômicos que moldam várias facetas da produção editorial no Brasil. Logo, compreender o livro didático no contexto brasileiro implica analisar esses diversos aspectos.

Ao considerarmos o livro didático sob uma perspectiva linguística, ele se destaca por sua capacidade de traduzir conceitos complexos em uma linguagem acessível, facilitando a compreensão. Isso tem um impacto direto no aspecto psicopedagógico, já que o livro deve ser cuidadosamente elaborado com base na psicologia cognitiva e nas necessidades de aprendizagem dos alunos. Além disso, o livro pode influenciar a visão de mundo dos alunos, refletindo tanto perspectivas científicas quanto culturais e sociais.

Freitag, Motta e Castro (1993) chamam a atenção para o fato de que o “pressuposto básico de que o estudo do livro didático não pode ser feito isoladamente, focalizando-se o livro didático em si” (p. 7), mas sim conduzido em uma análise estrutural que possibilita a compreensão dos diversos papéis por ele desempenhados no contexto do sistema educacional.

Assim, com o propósito de enfatizar a integração das pesquisas sobre o livro didático nas discussões mais abrangentes acerca dos desafios educacionais no Brasil, é fundamental destacar que ele não existe de maneira isolada, mas está intrinsecamente ligado a um contexto mais amplo de desafios que envolvem as relações sociais associadas a ele.

3.3 O LIVRO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA

Atualmente, a Física faz parte do currículo educacional de forma regular no Ensino Médio. De acordo com as diretrizes estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ela se insere na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (MEC, 2018). Apesar de não ser obrigatória como disciplina escolar, essa presença no currículo tem sua origem no período colonial, quando os jesuítas desempenharam um papel de grande relevância no ensino secundário e superior.

No entanto, foi apenas na década de 1930, durante o período republicano e na fase constitucional do governo de Getúlio Vargas, com o direito à educação incluído pela primeira vez na Constituição Federal, que a disciplina de Física foi estabelecida como obrigatória. Ainda nesse período, houve a criação do Ministério da Educação e Saúde Pública e tendo Francisco Campos como o primeiro-ministro, e a partir de um conjunto de decretos-leis, em termos legais, realizou-se uma estrutura coerente para a cultura educacional do ensino secundário.

Campos destaca a necessidade de se promover uma mudança em termos didáticos-metodológicos, buscando para tal ampliar o período de escolarização. Essa ampliação seria utilizada para contemplar uma maior presença de matérias científicas, que passaram a ser vistas como importantes em função de uma possível perspectiva pragmática e utilitária. Mesmo assim, é de se reconhecer que a Reforma Francisco Campos é um marco importante para o ensino de Ciências, sobretudo na afirmação da presença das especificidades das matérias curriculares (ROCHA, 2019, p. 76).

A partir das reformas de Francisco Campos, houve um pequeno aumento na carga horária dedicada às disciplinas científicas no ensino secundário, que era de 16,3% e passou a representar 18,7% da carga horária semanal, e em todas as séries encontravam-se disciplinas científicas, assim, “nas duas primeiras séries está contemplada a matéria Ciências Físicas e Naturais, ao passo que em cada uma das três últimas séries são ofertadas as matérias Física, História Natural e Química” (ROCHA, 2019, p. 77).

Até os anos 1930, os livros didáticos de Física eram predominantemente traduções de obras estrangeiras. De acordo com Sampaio e Santos (2007), um desses exemplos foi a tradução da obra *La physique rééditée en tableaux raisonnés ou programme du cours de physique fait à l'École Polytechnique* de Étienne Barruel¹⁰, publicada em 1798. Este foi o primeiro livro utilizado no Colégio Pedro II, que oferecia ensino secundário na época. No entanto, estudos indicam que a última edição da obra de Adolphe Ganot, intitulada *Traité de Physique*, desempenhou um papel importante nesse contexto, que “foi utilizada até a reforma Campos em 1932” (LORENZ, 1995, p. 75) no ensino secundário.

¹⁰ O livro *La Physique Réduite en Tableaux Raisonés au Programme du Cours de Physique fait à l'École Polytechnique* de Etienne Bamel foi recomendado na época pelo Ministro Bernardo de Vasconcelos, traduzido pelo Cônego Francisco Vieira Goulart e adotado pelo professor Dr. Emilio Joaquim da Silva Maia.

Já na década de 1940, a reforma que desempenhou uma contribuição importante na consolidação da disciplina de Física no ensino secundário foi liderada por Gustavo Capanema, que permaneceu como ministro da Educação por 11 anos (1934-1945). Pelo Decreto-Lei n.º 4.244/1942, também conhecido como Lei Orgânica do Ensino Secundário, houve a regulamentação do ensino secundário em dois ciclos: o ginásial, com duração de quatro anos, e o colegial (tanto no curso clássico como no científico), com três anos (BRASIL, 1942), estabelecendo uma estrutura curricular para cada um desses ciclos.

Em relação à presença da disciplina de Física, a Lei Orgânica do Ensino Secundário previa sua oferta na segunda e terceira série do curso clássico e em todas as séries do curso científico. A carga horária semanal da disciplina no curso clássico era de três aulas na 2ª série e duas aulas na 3ª série, ao passo que no curso científico era de três aulas na 1ª e 3ª séries e duas aulas na 2ª série. Os programas de estudo para a disciplina foram expedidos por meio de portarias ministeriais, conforme previsto no referido decreto-lei e foram publicados entre 1943 e 1951 (ROCHA, 2019, p. 84).

A Reforma de Capanema provocou mudanças e a reformulação nos programas das disciplinas do ensino secundário. No caso da disciplina de Física “observa-se a preocupação em aproximar os conteúdos às finalidades do ensino secundário. O documento reconhece que a proposta anterior estava mais próxima do ensino superior” (ROCHA, 2019, p. 85).

Lorenz (1995) afirma que “as reformas de educação de Francisco Campos, em 1932, e de Gustavo Capanema, em 1943, estimularam a elaboração e a divulgação de livros didáticos” (1995, p. 77) que eram produzidos por programas de ensino criados pelo Ministério da Educação e Saúde Pública. Como reflexos das mudanças realizadas pelas reformas, houve o crescimento da substituição de livros estrangeiros por livros didáticos nacionais.

Naquele contexto foi criado, em 1946, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), apontado por Nardi (2004) “como um dos marcos importantes na constituição da área de ensino de Ciências, ao implantar diversos projetos de ensino de Ciências no país” (p. 4), que se transformou em uma experiência institucional inovadora em termos de divulgação científica e do ensino de ciências.

Na década de 1950 houve uma corrida ao desenvolvimento científico tecnológico nos Estados Unidos, o que acabou por se refletir no ensino de Física naquele país e também no Brasil. Tal período passou a ser conhecido como a era dos projetos. “No ensino de Física, o que apresentou maior repercussão, sendo inclusive

traduzido para o português, foi o PSSC¹¹, um projeto que envolvia vinte milhões de dólares, iniciado em Massachusetts, EUA, no Institute of Technology – MIT, em 1957” (ROSA; ROSA, 2012, p. 6). Considerada uma proposta revolucionária, que apresentava um texto moderno com uma nova sequência de conteúdo, o PSSC incorporava tópicos pouco explorados nos livros didáticos tradicionais.

No Brasil, a influência da era dos projetos ocorreu principalmente no decorrer da década de 1960. De acordo com Barra e Lorenz (1986), no final da década de 1950, os livros didáticos de Física no Brasil estavam consideravelmente desatualizados em comparação aos avanços científicos da época. Conforme esses autores, desde a introdução do ensino público secundário no Brasil em 1838 até o período anterior a 1950, os livros didáticos utilizados refletiam as melhores ideias europeias sobre o ensino de Ciências, e grande parte desses livros consistiam em traduções ou adaptações de manuais europeus populares nas áreas de Física, Química e Biologia, elaborados com concepções distintas daquelas dos livros norte-americanos.

Segundo Mortimer (1988) a educação na década de 1970 foi caracterizada por uma abordagem tecnicista, que defendia a ideia de que era possível educar utilizando um método comportamentalista baseado em estímulos e respostas. Assim, houve na época o interesse em criar materiais didáticos para o ensino de Física com a formação dos grupos de pesquisa em ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade de São Paulo. Esses grupos foram os pioneiros na elaboração de projetos nacionais voltados para o ensino de Física (NARDI, 2004). Alguns dos projetos que marcaram a década de 1970 foram o PEF (Projeto de Ensino de Física), o FAI (Física Auto-Instrutiva) e o PBEF (Projeto Brasileiro de Ensino de Física).

Nos anos 1970, com a Lei 5.692/71, que “fixou as Diretrizes e Bases para o Ensino de 1º. e 2º. graus e deu outras providências”, profundas alterações foram feitas no sistema escolar, transformando o 1º. e 2º. Graus em ensino profissionalizante. Entretanto, as mudanças encontraram diversas carências e dificuldades para sua

¹¹ O PSSC, ou Comitê de Estudo de Ciências Físicas (Physical Science Study Committee), foi estabelecido com o propósito de avaliar o ensino introdutório da Física e desenvolver estratégias para aprimorá-lo naquele período. [Para mais informações sobre o PSSC, consulte: [\[https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/PSSC\]](https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/projetos/PSSC)].

implantação. Barra e Lorenz (1986) apontam a constatação da “carência do material didático adequado às exigências legais [...]. Também faltavam professores capacitados para ensinar ciências da maneira preconizada nas diretrizes” (1986, p. 1979).

Para fazer frente a essas demandas, houve a criação do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) pelo MEC, de forma que “o país passou a possuir mais um órgão especializado na produção de materiais didáticos de ciências” (BARRA; LORENZ, 1986, p. 1979). O PREMEN tinha como objetivos principais:

1) proporcionar a alunos e professores materiais didáticos de qualidade e adequados à realidade brasileira; 2) criar novas equipes e vitalizar as já existentes, capazes de dar contribuições significativas a um movimento de contínua renovação e atualização no ensino de ciências; 3) treinar professores de ciências e matemática para o 1º grau, e de física, química e biologia para o 2º grau, na atualização de novos materiais didáticos; 4) habilitar novos professores de ciências para o 1º grau mediante licenciaturas de curta duração; 5) aperfeiçoar professores de ciências e matemática do 1º grau, de física, química e biologia do 2º grau, mediante cursos de aperfeiçoamento em períodos de férias e em serviço (BARRA; LORENZ, 1986, p. 1979).

O PREMEN, por meio do IBECC, possibilitou a produção de materiais adequados para o ensino brasileiro, ocorrendo um movimento de renovação dos livros didáticos de Física. Assim, textos mais contextualizados, incluindo propostas de atividades experimentais, propiciaram a mudança na forma de ensinar Física no ensino secundário.

Entretanto, Garcia (2012) pondera que, em que se pese o fato de que a forma de ensinar Física a partir desse período tenha sofrido forte influência dos projetos internacionais e nacionais, os livros didáticos e materiais produzidos nesse período apoiados nas ideias dos projetos não lograram sucesso entre os professores brasileiros. O autor também comenta que o ensino de 2º. Grau,

Apesar de estar sendo regido por uma legislação que preconizava, dentre suas finalidades, que aquele nível de ensino deveria estar em "consonância com as necessidades do mercado de trabalho local ou regional" (art. 5.º da lei 5.692/1971), na prática os alunos visavam à continuidade dos estudos em nível superior, cujo acesso acontecia por um processo de seleção – o vestibular – que, no caso da Física, valorizava sobremaneira a habilidade em interpretar e resolver problemas numéricos. (GARCIA, 2012, p. 149)

Corroborando esta interpretação, Perdigo e Ipolito (2021), afirmam que

As obras didáticas do período são as primeiras em que há exercícios resolvidos, quase todos numéricos, além da proposição de perguntas

reproduzidas dos exames vestibulares ao final de cada capítulo. Ou seja, a ênfase dos exercícios é guiada por fontes externas à própria obra e ao próprio autor. Isso reflete a crescente importância dos vestibulares ao longo do período. Ademais, com suas provas de questões quase exclusivamente quantitativas ou memorísticas, os autores das obras do período parecem ter sido induzidos a sacrificar tanto a exploração de conceitos quanto o número de exemplos práticos ou cotidianos da aplicação do conhecimento físico (PERDIGÃO; IPOLITO, 2021, p. 8).

Perdigão e Ipolito (2021) ainda registram mudanças nos livros didáticos produzidos a partir desse período, principalmente as ligadas à qualidade gráfica. Boa parte dos livros passou a ter páginas coloridas, serem mais bem cuidados em sua diagramação e esteticamente mais bem apresentados, contrastando com os livros anteriores, em geral monocromáticos e com uma diagramação mais convencional.

Em 1985, como aperfeiçoamento das políticas públicas voltadas para a universalização do acesso aos livros didáticos e melhoria do ensino, foi instituído, pelo Decreto Federal 91.542/1985¹², o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), um programa em que os professores das escolas públicas do Ensino Fundamental poderiam indicar para a compra governamental o livro que desejassem, com alto grau de liberdade, que, porém, ainda atendia somente o ensino primário. A respeito do PNLD assim se manifestam Martins e Garcia (2017):

A partir de 1985, a produção, a seleção e a distribuição de livros didáticos para o Ensino Fundamental passaram a ocorrer no contexto do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), um dos maiores programas de distribuição de livros didáticos do mundo, sem a participação do Estado na coedição das obras, mas sendo ele, no entanto, seu principal financiador (MARTINS; GARCIA, 2017, p. 37).

Em 1988, houve a promulgação da Constituição Federal, ensejando o surgimento de “propostas de adequação da legislação educacional a esta nova realidade” (MARTINS; GARCIA, 2017, p. 40), o que vai se concretizar com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, que reestruturou a legislação de ensino no Brasil.

É importante destacar que o PNLD mantém estreita relação com as políticas públicas educacionais que tiveram início na década de 1990 e que se materializam por meio da publicação da Lei de Diretrizes e Bases, n.º 9.394, de 1996. Além de esta legislação normatizar a educação nacional, estabelecendo distinções entre os níveis de ensino (Fundamental, Médio e Superior), previam-se as formas pelas quais o Estado deveria garantir o

¹² Disponível em: [<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>].

acesso e a permanência na educação escolar. Dentre estas formas, está a aquisição de material didático-pedagógico (Art. 70, item VIII), considerada como despesa específica para a manutenção e o desenvolvimento do ensino, com o intuito de atender os objetivos de todos os seus níveis. Além disso, aponta-se que a LDB 9.394/96 prevê a “progressiva extensão da obrigatoriedade e gratuidade ao Ensino Médio” (Art. 4º, item II), e indica que este nível de ensino pode preparar os estudantes tanto para o mercado de trabalho quanto para a continuidade dos estudos no Ensino Superior (MARTINS; GARCIA, 2017, p. 37).

Perdigão e Ipolito (2021, p.11) afirmam que a nova LDB de 1996, além de “determinar, com mais precisão, a direção a ser seguida pela educação brasileira”, provocou uma mudança do pensamento relativo à educação, ao reestruturar a legislação educacional, estabelecer novos propósitos para o sistema educacional nacional e expandir os objetivos do Ensino Médio, não só uma oportunidade de prosseguimento nos estudos, mas também a preparação fundamental dos estudantes tanto para o mercado de trabalho quanto para o exercício da cidadania. Para Garcia (2012),

Essas novas finalidades se traduziram em um conjunto de ações políticas que implicaram orientações e recomendações consubstanciadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ Ensino Médio), que serviram de referência para a organização de diversos programas e ações, dentre os quais aqueles relacionados aos livros didáticos (GARCIA, 2012, p. 6).

Neste conjunto de medidas políticas, é possível notar transformações nas abordagens para o desenvolvimento de projetos educacionais, pois estabeleceram metas e objetivos para o sistema de ensino, e também indicaram os elementos que teriam um impacto fundamental na organização das escolas.

Neste contexto, o PNLD, de forma gradual, foi expandindo sua abrangência para incluir todas as séries do Ensino Fundamental e também do Ensino Médio.

No primeiro ano que houve o PNLEM, em 2005, foram distribuídos apenas livros didáticos das disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática, para os primeiros anos do ensino médio das regiões Norte e Nordeste. De forma progressiva, os livros didáticos começaram a ser distribuídos para todas as séries do ensino médio da rede pública de ensino de todo o país, e aos poucos incluindo livros didáticos de outras disciplinas (por exemplo, Biologia, Química, Física...) (SILVA, 2014, p. 17).

Nesse contexto, os livros didáticos de Física começaram a ser distribuídos pelo PNLEM em 2009, seguindo as diretrizes do MEC estabelecidas por edital. Nesse momento, o livro foi amplamente introduzido nas escolas públicas como um objeto técnico de apoio ao professor, auxiliando-o nas atividades didático-pedagógicas, e de

aprendizado para os alunos, podendo ser considerado uma fonte confiável de consulta, contribuindo para sua formação.

A respeito do PNLD, Rocha (2019) afirma que

Por se tratar de uma política pública de alcance nacional, em que são investidos a cada ano recursos públicos significativos, é inquestionável que os materiais a serem adquiridos e distribuídos no âmbito do PNLD devem corresponder aos anseios de uma educação pública de qualidade. Esses materiais devem levar em consideração a legislação educacional atual, as Diretrizes Curriculares Nacionais e documentos norteadores, bem como as tendências que a pesquisa em Ensino tem sinalizado, tendo em vista a função social que deve ser desempenhada, no sentido de contribuir para a promoção de uma educação emancipadora e inclusiva (ROCHA, 2019, p. 25).

Seguindo os critérios de seleção e avaliação já existentes no PNLD, os livros submetidos aos editais do PNLEM passavam por um rigoroso processo de avaliação antes de serem aprovados e disponibilizados para serem analisados e escolhidos pelos professores para serem adotados nas escolas públicas. Em 2010 houve a unificação dos Programas e o PNLEM deixou de existir por ter sido integrado ao PNLD.

No ano de 2010 todas as disciplinas que tradicionalmente compunham os currículos das escolas do Ensino Fundamental e Ensino Médio passaram a ser atendidas pelo PNLD, universalizando a distribuição dos livros didáticos para todas as séries e componentes curriculares da Educação Básica. Esta nova situação estimulou a realização de diversas pesquisas acadêmicas tomando o livro didático de Física como objeto de estudo.

Garcia (2012) corrobora essa situação e chama a atenção para outras questões, pois, para ele, embora “as transformações que os livros sofrem e admitindo-se que eles expressam elementos da cultura escolar, tomar esse artefato como objeto de análise continua a ser necessário e relevante para a pesquisa em educação e em ensino de Física” (p. 153), pois ainda existem diversos problemas quando se pensa em uma Educação Básica de qualidade, como a falta de recursos adequados nas escolas e a falta de formação específica dos professores em Física.

Essa situação foi confirmada por Santos (2022), quando destacou em sua pesquisa, que “os censos escolares dos anos de 2018 e 2019 apresentam dados por disciplinas, e comprovam o baixo índice de licenciados em Física nas escolas públicas brasileiras” (2022, p. 23). E ainda afirma que

A adequação a formação docente é um fator altamente correlacionado com a qualidade da educação, profissionais que não dispõem de formação

adequada podem muitas vezes optar por um ensino conteudista focado no uso de fórmulas e equações matemáticas, diferentemente de um docente habilitado na área (SANTOS, 2022, p. 23).

Isso resulta no desafio de tornar as aulas mais envolventes e relevantes para a vida cotidiana dos estudantes. Além disso, há uma disparidade entre as instituições de ensino, com algumas oferecendo uma educação de qualidade superior em Física, enquanto outras enfrentam obstáculos para oferecer um ensino eficaz. Como Rocha e Paz (2023) afirmam, existem obstáculos no ensino de Física, e

Isso ocorre por conta de vários fatores que se estendem desde a formação do professor de Física à estrutura oferecida pelas escolas no que diz respeito à presença de laboratórios próprios para realização de experimentos, o que poderia ajudar a transformar a teoria apresentada nos livros didáticos mais significativa e atraente para os alunos (ROCHA; PAZ, 2023, p. 154).

Conforme Moreira (2018) afirma, o ensino de Física no Brasil vem buscando, ao longo da história, melhorias para fornecer aos estudantes uma melhor compreensão dos seus princípios básicos, pois “a Física tem modelos e teorias que explicam grande parte do mundo físico em que vivemos” (2008, p.77). Assim, aprender essa ciência é um direito do ser humano, uma vez que “a Física diz não ao senso comum, às interpretações ingênuas, à aceitação cega de modelos e teorias. As interpretações físicas nunca são definitivas” (2008, p. 77).

Contudo, persistem obstáculos a serem enfrentados para assegurar uma educação de qualidade e acessível a todos os estudantes. Nesse sentido, acredita-se que os livros didáticos, como objetos técnicos, estão “ inseridos nas escolas e nas aulas de diferentes formas e dinâmicas e entendendo-se que também são diversos os processos de sua incorporação e apropriação pelos professores e alunos” (GARCIA, 2012, p. 153), de tal modo que seu uso interfere diretamente no processo de ensino e aprendizagem.

Muitas vezes os livros didáticos de Física assumem a função de manuais para professores, principalmente no ensino público, resultando assim em “um produto cultural com especificidade não só do contexto escolar, mas também de um contexto sócio histórico em que está inserido.” (SOUSA; OLIVEIRA, 2016, p. 40). Principalmente quando, após avaliação, são incluídos no PNLD, pois são concebidos com o propósito de oferecer um guia estruturado e sistemático para o ensino da disciplina. Eles abrangem os conceitos essenciais, teorias e princípios da Física, passando por processos de avaliação e atualização. A universalização dos livros

didáticos de Física na educação pública pode, de maneira razoável, contribuir para reduzir a disparidade na qualidade de ensino nas instituições.

Esses materiais podem servir como apoio tanto para os alunos, permitindo-lhes adquirir conhecimento além do ambiente escolar, quanto para os professores, facilitando o planejamento de suas aulas e o acompanhamento dos alunos em relação aos conteúdos abordados. Como afirma Aguiar e Garcia (2017), ele “é o material predominante disponível para os professores e nele estão organizados os conteúdos de uma maneira didática, contendo as indicações do currículo oficial”, (2017, p.180), ou seja, os livros didáticos não apenas fornecem uma estrutura de informações a cunho científico para o ensino, mas também buscam garantir que os objetivos educacionais estabelecidos pelo currículo estabelecido pelo Estado sejam atendidos.

Nesta perspectiva e considerando a disparidade das instituições de ensino no Brasil, acredita-se que as aulas de Física na rede pública que antes eram baseadas na escrita dos textos, fórmulas ou resumos feitos no quadro de giz, tornando-se cópias no caderno dos alunos, com a presença do livro o professor pode encontrar caminhos metodológicos diferentes para ensinar a Física. Zambon e Terrazzan (2017) mostram que em seus estudos

Os depoimentos dos professores sugerem que os alunos, agora, não precisam gastar o período da aula para copiar, em seus cadernos, longos textos arduamente reproduzidos pelo professor no quadro. Também não precisam estudar com base em textos organizados pelo professor (usualmente, um verdadeiro “Frankenstein”), a partir da cópia de extratos de vários livros, ou a partir de sistemas apostilados, alguns de qualidade duvidosa, de cursinhos de pré-vestibular ou elaboradas por outros professores, e vendidos na forma de cópias reprográficas (xérox). Os alunos dispõem agora de um texto que, se não é lido e discutido em sala de aula, ao menos está à disposição em sua casa, para estudos posteriores (ZAMBON; TERRAZZAN, 2017, p. 18).

Assim, considerar que os livros são geralmente organizados de maneira sequencial e progressiva, sujeitos a avaliações, pode auxiliar os estudantes na construção de uma compreensão dos princípios fundamentais antes de abordarem tópicos mais complexos. A estrutura dos livros didáticos oferece uma cobertura abrangente dos conceitos de Física, proporcionando aos alunos a oportunidade de estudar de forma autônoma e revisar o material quando necessário. Zambon e Terrazzan (2017) evidenciam que “professores afirmam que a maior importância do livro está na possibilidade de o aluno ter para si um material didático que dificilmente teria, caso precisasse adquiri-lo com recursos próprios” (2017, p. 9).

Além disso, os livros didáticos podem servir como uma referência constante durante a Educação Básica e, mesmo após a conclusão dessa fase, os alunos podem recorrer a eles para relembrar conceitos. Logo, o livro didático pode ser considerado como

um instrumento que favoreça a aprendizagem do aluno, no sentido do domínio do conhecimento e no sentido da reflexão na direção do uso dos conhecimentos escolares para ampliar sua compreensão da realidade e instigá-lo a pensar em perspectiva, formulando hipóteses de solução para os problemas atuais (BATISTA, 2001, p. 27).

Mais recentemente, com a implantação da BNCC para o Ensino Médio, diversas modificações foram aplicadas ao PNL D. No Edital de 2021 as alterações foram motivadas pela homologação do documento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no final de 2018, que criou um currículo mínimo unificado para todos os estudantes, estabelecendo competências que visam garantir o direito à aprendizagem e ao desenvolvimento ao longo de toda a trajetória escolar, e a capacidade de aplicar conhecimentos, habilidades, atitudes e valores para enfrentar desafios complexos na vida cotidiana, no pleno exercício da cidadania e no mundo do trabalho (MEC, 2018).

Dessa forma, a BNCC influenciou a formulação de políticas relacionadas à formação de professores, à infraestrutura escolar, à criação de materiais didáticos e à avaliação da Educação Básica. Para Ribeiro (2021):

a Base que tem como intuito ser referência na orientação da construção dos currículos educacionais, por estar inserida em políticas educacionais, acaba impondo padrões de conteúdo a serem ministrados, impõe o que deve ser aprendido e como a escola deve ser. Ressaltando que esse último, é necessário levar em consideração as diversidades culturais presentes nas escolas, o meio no qual ela está inserida, as condições financeiras e estruturais que a escola possui, sua autonomia, entre outros fatores (RIBEIRO, 2021, p. 14).

Embora tenha havido um aumento na carga horária, as disciplinas mínimas obrigatórias no currículo foram reduzidas e a “estrutura curricular que a BNCC traz para o ensino médio, praticamente é reduzida ao ensino da Língua Portuguesa e da Matemática” (RIBEIRO, 2021, p. 15) como obrigatórias. Essas mudanças também afetaram a escolha dos materiais didáticos, que não estão mais vinculados a disciplinas específicas, mas sim a itinerários formativos, que consistem em conjuntos de disciplinas contidas em um único livro.

Com a implementação da BNCC e a consequente implantação do que está sendo chamado de Novo Ensino Médio, o edital do PNL D 2021 adotou um formato

distinto, o que gerou incerteza entre os professores. Ribeiro (2021) afirma que “o novo PNLD têm um grande desafio pela frente, pois precisam incluir na estrutura dos livros, todas essas propostas preconizadas pela BNCC para que o Novo Ensino Médio se consolide” (2021, p. 15).

Atualmente, não existe mais um livro didático exclusivo de Física no PNLD; em vez disso, há um livro relativo ao itinerário formativo de "Ciências da Natureza e suas Tecnologias", que abrange Física, Química e Biologia. Nos PNLD anteriores, cada série do Ensino Médio contava com um livro didático específico para cada disciplina. A partir de 2021, com a reformulação, os livros destinados ao Ensino Médio deixaram de ser organizados por disciplinas e passaram a ser organizados por Áreas de Conhecimento. Cada uma das Áreas de Conhecimento é contemplada com seis volumes, não sequenciais¹³. Como, na nova proposta são quatro Áreas de Conhecimento, os estudantes passam a ter acesso a um conjunto de 24 livros ao longo de todo o Ensino Médio.

É importante ressaltar que, mesmo com essa mudança, a proposta é que os conhecimentos específicos de cada disciplina continuem sendo abordados no Novo Ensino Médio. Por exemplo, História, Geografia, Sociologia e Filosofia foram agrupados na área de conhecimento de “Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e suas Tecnologias”. Da mesma forma, Química, Física e Biologia fazem parte da Área de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”. As disciplinas de Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa formam a Área de “Linguagens e suas Tecnologias”, e Matemática sofreu alterações mínimas em sua organização.

A proposta visou proporcionar mais flexibilidade aos professores, permitindo que estes escolham a ordem de abordagem de acordo com sua concepção do que é mais adequado ao projeto pedagógico da escola. Assim, o Guia digital do PNLD 2021 ressalta que:

O material didático das obras por área do conhecimento explora a aprendizagem interdisciplinar, sugerindo caminhos de articulação entre os diferentes componentes curriculares. As práticas específicas desses componentes curriculares devem contribuir para que a diversidade de vivências e experiências seja favorecida na articulação que o trabalho

¹³ Além de não serem sequenciais, os livros devem ser utilizados em apenas um semestre, o que traz um novo complicador, pois contendo conteúdos de diversas disciplinas, há necessidade de articulação entre os professores dessas disciplinas para que desenvolvam os conteúdos constantes do livro que for escolhido para um semestre específico.

proporciona. A interdisciplinaridade deve conferir ferramentas para enriquecer a visão de mundo dos estudantes. A partir dessa abordagem, indivíduos compreendem que um mesmo fato ou tema pode ser observado e estudado a partir de diferentes pontos de vista, o que se torna um pilar para a construção do pensamento crítico, capaz de questionar as informações, apurar sua veracidade e aceitar que pode existir mais de uma resposta para uma mesma pergunta. (BRASIL, 2021, p. 18).

Entretanto, o novo PNLD tem enfrentado desafios, uma vez que precisa incorporar na estrutura dos livros as propostas preconizadas pela BNCC, a fim de que o Novo Ensino Médio se consolide como uma abordagem educacional eficaz e alinhada com as diretrizes curriculares contemporâneas, Pereira e Souza (2023) apontam em seus estudos

a preocupação dos professores frente à organização dos conhecimentos presentes nos LD de Ciências da Natureza para o Ensino Médio e o risco do empobrecimento da formação dos estudantes, mas, ainda assim os docentes se mostram comprometidos com a formação dos estudantes, mesmo com as limitações apresentadas (PEREIRA; SOUZA, 2023, p. 455).

Essa tarefa exige não apenas a adaptação dos conteúdos, mas também a integração coesa das diferentes áreas de conhecimento, promovendo uma abordagem interdisciplinar que atenda às demandas e expectativas do cenário educacional atual, o que tem suscitado fortes resistências em sua implantação, tanto por parte dos professores como por segmentos da sociedade civil organizada.

4 A TEORIA ATOR-REDE (TAR)

O social não é um lugar, uma coisa, um domínio ou um tipo de matéria, e sim um movimento provisório de associações novas.

Bruno Latour (2012, p. 341).

A Teoria Ator-Rede (TAR), denominada em inglês Actor-Network Theory (ANT), constitui-se numa abordagem influente na Sociologia da Ciência (Science Studies) e nos estudos do Campo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), “que coloca em questão a noção de social e de sociedade, de ator e de rede” (LEMOS, 2013, p.31) e que busca entender como as relações entre atores contribuem para a construção e estabilização de redes complexas existentes na sociedade. “Rede, para TAR, não é a infraestrutura ou sociabilidade, embora essas dimensões sejam incluídas [...], Rede não é por onde as coisas passam, mas aquilo que forma na relação das coisas. É o espaço e o tempo” (LEMOS, 2013, p. 54).

Desenvolvida por Bruno Latour, com colaboração de Michel Callon e John Law na década de 1980, a TAR procura compreender como a sociedade interage em redes complexas de atores humanos e não humanos, desafiando a distinção tradicional entre sujeitos humanos e objetos técnicos, enfatizando a agência de todos os elementos em uma rede.

Uma das características distintivas da TAR é a ênfase na simetria, ou seja, trata todos os atores em uma rede como igualmente importantes, argumentando que tanto seres humanos quanto objetos (materiais e simbólicos) têm a capacidade de influenciar o curso dos eventos sociais. Para Latour (2012)

Os cientistas sociais se deixaram levar pelo perigoso hábito de estudar apenas as atividades que *diferiam* daquelas posições padrão: a irracionalidade devia ser explicada; a racionalidade nunca precisou de qualquer justificação adicional; o caminho reto da razão não requeria nenhuma explicação social, apenas os seus desvios tortuosos (LATOURE, 2012, p.144).

A abordagem de Latour (2012) desafia as ciências sociais a repensar suas premissas e métodos, propondo uma análise mais integrada e holística. Ela abre caminho para novos entendimentos sobre como as tecnologias e os objetos mediam e transformam as relações sociotécnicas. Latour (2001) explora a ideia de que as questões ambientais e tecnológicas devem ser tratadas politicamente, reconhecendo a agência dos não humanos e a necessidade de uma democracia que inclua essas

vozes não humanas. Assim, ele propõe adotar uma visão mais inclusiva e complexa das redes sociotécnicas, onde a distinção entre o humano e o não humano é reconsiderada, permitindo uma análise mais completa das interações e influências que moldam o mundo.

Latour (2001) desafia a dicotomia tradicional que separa a sociedade (humanos) da natureza (não humanos) e argumenta que ambos os elementos devem ser tratados simetricamente na análise social. Ele propõe que objetos e humanos têm um papel igualmente significativo nas redes sociotécnicas e que as ações e interações não devem ser vistas como exclusivamente humanas; objetos e tecnologias também atuam e influenciam o comportamento humano. Tanto humanos quanto não humanos são considerados "actantes" que podem influenciar e modificar a rede.

É na erosão da fronteira entre sujeito e objeto, sociedade e natureza, humanos e não humanos, que se encaixa o diagnóstico crítico que Latour (2001) faz da modernidade, que apresenta a Antropologia Simétrica, que desconstrói as fronteiras rígidas entre ciência, tecnologia e sociedade. Latour (2001) argumenta que a ciência é uma prática social que envolve uma rede complexa de humanos e não humanos. Metodologicamente, isso implica seguir as redes e rastrear as associações entre diversos atores, sem preconceitos sobre a relevância dos agentes humanos em detrimento dos não humanos.

Assim, a TAR enfatiza a construção social da realidade, sugerindo que a realidade é moldada pelas relações e conexões entre os atores "no qual tanto a natureza quanto a sociedade deveriam ser explicadas a partir de um quadro comum e geral de interpretação" (FREIRE, 2006, p. 49). A teoria promove uma abordagem não determinista, que reconhece a fluidez e a contingência das relações na rede.

A TAR tem sido aplicada em uma variedade de contextos, desde estudos de Ciência e Tecnologia até análises de questões sociais, ambientais e educacionais, oferecendo uma lente para examinar as complexas interações que moldam nossa compreensão do mundo e desafia noções convencionais sobre a hierarquia e a causalidade.

Oliveira e Porto (2016) defendem-na como um estudo de "um produto social gerado pela interação tanto com objetos quanto com humanos, acarretando em uma rede de materiais heterogêneos onde tudo interage sem que haja hierarquizações" (2016, p. 56), gerando críticas por sua complexidade e por ser menos acessível para aqueles fora do campo acadêmico (AMSTERDAMSKA, 1990; REED, 1997).

4.1 A TEORIA ATOR-REDE – CONCEITOS E PRESSUPOSTOS

A TAR foi desenvolvida pelo filósofo, sociólogo e antropólogo francês Bruno Latour (1947-2022), um dos pioneiros nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), com a colaboração de Michel Callon e John Law. Após concluir seus estudos em filosofia, em 1973, Latour prestou serviço militar na África como encarregado de pesquisa, oportunidade que o levou a realizar investigações em sociologia do desenvolvimento. Nos dois anos que passou na Costa do Marfim, desenvolveu um profundo interesse pelas Ciências Sociais e começou a considerar a possibilidade de aplicar essas mesmas categorias de análise a uma pesquisa semelhante em um ambiente laboratorial científico. Determinado a compreender os fundamentos da verdade científica, mudou-se em 1975 para os Estados Unidos, convidado pelo cientista francês Roger Guillemin, onde conduziu sua primeira pesquisa de campo sobre a prática científica.

Recusando rótulos, Latour se define como um “sujeito híbrido” (LATOUR, 2004, p. 397) e criou sua notoriedade decorrente de obras que exploram o processo de pesquisa científica sob uma perspectiva pós-construtivista que enfatiza a interação entre o discurso científico e a sociedade. Ele escreveu e editou mais de trinta livros e publicou mais de cento e cinquenta artigos, recebendo o Prêmio Holberg¹⁴ (2013) e o Prêmio Kyoto¹⁵ em 2021.

Nos anos 1980, Latour iniciou análises em atividades científicas, tomando como objeto estudos desenvolvidos sobre a ciência que mantinham intacta a separação entre o conteúdo científico e o contexto social, “ao colocar entre parênteses ao mesmo tempo nossas crenças sobre a ciência e nossas crenças sobre a sociedade” (FREIRE, 2006, p. 48).

Eles sustentavam a perspectiva de que, para além das distinções entre erro e verdade, é essencial tratar tanto a natureza quanto a sociedade em um mesmo nível de análise, evitando separações. Assim, Latour apresenta em sua obra *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica* (LATOUR, 1994) “uma “antropologia¹⁶

¹⁴ Informações disponíveis em: [<https://holbergprize.org/en/holbergprisen/holberg-prize>].

¹⁵ Informações disponíveis em: [<https://www.kyotoprize.org/en/>].

¹⁶ De acordo com Moraes (2003), Latour propõe uma abordagem antropológica das ciências e das técnicas, compreendendo a palavra “antropologia” não em sua relação direta com o ser humano, mas

simétrica” da modernidade de modo a aproximar metodologicamente etnografias realizadas em sociedades ditas tradicionais e aquelas empreendidas em locais de produção científica” (MARINI; BAILÃO, 2023, p.1).

Latour (1994) introduziu igualmente uma abordagem simétrica para descrever como tanto seres humanos quanto não humanos contribuem de maneira equitativa para a constituição do mundo. Em seu livro afirma que, para além das distinções entre erro e verdade, a natureza e a sociedade devem ser abordadas em um mesmo contexto, evitando separações, visto que, para ele, não existe uma diferença fundamental entre ambas, evidenciando simetria entre humanos e não humanos.

Para Marini e Bailão (2023) a obra *Jamais fomos modernos*

apresenta uma abordagem etnográfica das práticas científicas que permite o autor formular críticas aos divisores natureza e cultura, indivíduo e sociedade, sujeito e objeto, racionalidade e poder, ciência e sociedade – fundamentais para o pensamento moderno oficial. Porém, a etnografia nos recintos de produção científica revela como essas oposições não se sustentam em suas práticas cotidianas, o que Latour caracteriza como “o caráter oficioso” da modernidade. Neste seu conhecido manifesto, defendeu que a antropologia poderia dissolver a cisão entre os “modernos” e os “outros” ao voltar-se para o “centro”, aos locais onde a autoridade, a verdade e os fatos científicos são gestados (MARINI; BAILÃO, 2023, p. 1).

Assim, para ele, não existe previamente um mundo separado, com as coisas de um lado e os seres humanos do outro, uma vez que tanto a natureza quanto a sociedade são resultado de complexas redes heterogêneas. Esses estudos desempenharam um papel fundamental no avanço da pesquisa relacionada às controvérsias sociotécnicas¹⁷, que envolvem situações nas quais questões sociais, políticas e técnicas estão entrelaçadas e disputadas.

Para Latour (2000), **controvérsia** é um conceito central em sua análise sociológica das ciências e das técnicas. Ele usa o termo para descrever os momentos em que o conhecimento científico e as práticas tecnológicas estão em debate, não totalmente estabilizados ou consensuais. Venturini (2010), um dos principais

sim no sentido de estranhamento característico das pesquisas antropológicas sobre outras culturas. Além disso, ele enfatiza o caráter empírico de suas investigações.

¹⁷ A perspectiva sociotécnica de Latour (2012) é amplamente discutida em seu livro “Reagregando o Social: uma introdução à Teoria Ator-Rede”, explicando como a sociologia deve incorporar tanto os atores humanos quanto os não humanos para entender plenamente as dinâmicas sociotécnicas. O termo “sociotécnica” refere-se à interconexão inseparável entre o social e o técnico. Latour (2012) argumenta que é impossível entender a sociedade sem considerar os artefatos técnicos e, ao mesmo tempo, é impossível entender a tecnologia sem considerar os aspectos sociais que a envolvem.

colaboradores de Bruno Latour, considera que as controvérsias são o fenômeno mais complexo a ser observado na vida coletiva. Elas são identificadas como questões que ainda não alcançaram um consenso, nas quais os atores discordam ou concordam em discordar.

Para Venturini (2010) as controvérsias emergem onde relações heterogêneas são estabelecidas ou onde a vida coletiva se torna mais complexa e passa a contar com a intervenção de diversos atores. Na vida coletiva, quando alianças e oposições são formadas de maneira negligente, todos se agitam, discutem publicamente, e os conflitos tendem a surgir e se expandir. Quanto maior o número de atores envolvidos, mais entrelaçadas e disputadas se tornam as ações coletivas, especialmente quando atores não humanos participam.

Nesse sentido, as contribuições de Latour oferecem um quadro teórico que propõe alternativas para compreender o fenômeno social, resultando na Teoria Ator-Rede (TAR), que direciona sua atenção para as interações entre atores que se entrelaçam na formação e configuração de realidades complexas.

A TAR se concentra nas associações entre elementos diversos, enfatizando a importância das redes sociotécnicas¹⁸ na construção do mundo que nos cerca, de tal modo que “o “social” deve ser definido como associação e compreendido em termos de rede, ou ator-rede, que envolve uma heterogeneidade de elementos humanos e não humanos.” (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 17). A presença do hífen no termo Ator-Rede “é a forma de sair da improdutiva discussão sobre de que lugar falar sobre os fenômenos sociais: da agência micro, individual, ou da estrutura, macro, do contexto, do fundo” (LEMOS, 2013, p. 31), sendo também uma questão do tempo, apontando “para circulação, que o que “faz-fazer” e não para a imobilidade de um dos polos da ação” (LEMOS, 2013, p. 32).

Embora vá além das fronteiras da análise da prática científica, a TAR mantém uma estreita conexão com a investigação do cenário científico. Seus conceitos fundamentais foram originalmente elaborados com o propósito de explicar a gênese de fatos científicos, porém, à medida que a teoria se desenvolve, torna-se evidente

¹⁸ Latour (1994) define a estrutura das **redes sociotécnicas**, na qual o ser humano seria mais um nó numa estrutura não-linear, sempre aberta a novos componentes.

que sua dinâmica transcende o ambiente laboratorial e guarda estreita relação com o cenário mais abrangente do mundo.

Assim, ao contrário de uma abordagem sociológica mais tradicional, Latour (2012) não procura uma visão restrita aos interesses que envolvem um fato para explicá-lo, o que seria uma compreensão baseada puramente em seu contexto. Ele afirma que “a construção de um fato é um processo tão coletivo que uma pessoa sozinha só constrói sonhos, alegações e sentimentos, mas não fatos” (LATOURE, 2000, p. 70), ou seja, um fato social só existe sustentado por redes sociotécnicas e quando “os mesmos argumentos usados com respeito a Natureza precisam ser simetricamente usados em relação a sociedade” (LATOURE, 2000, p. 237).

A TAR parte do pressuposto de que tanto humanos quanto não humanos – como objetos, tecnologias, ideias e instituições – são atores igualmente importantes na formação das redes sociotécnicas. Essa perspectiva busca superar a distinção tradicional (ou moderna) entre sujeito (humano) e objeto (não humano), considerando-os como participantes ativos na construção das relações sociotécnicas e na produção do conhecimento. Essa abordagem se alinhou com os estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), nos quais os cientistas não procuram antecipadamente explicar as associações e os movimentos dos atores, mas, em vez disso, buscam compreender os argumentos sobre o social, considerando-o um resultado, não a causa das associações.

Do ponto de vista metodológico, a TAR fornece elementos que podem ser utilizados para criar ferramentas que revelam os aspectos subjacentes ao processo de pesquisa social, possibilitando a exposição das competências dos estudiosos envolvidos, apresentando a “intrigante fusão de atividades humanas e entidades não humanas” que acontecem no processo de produção do conhecimento (LATOURE, 2012, p. 133). Assim, permite unir essa variedade de entidades, humanas e não humanas, que quando se associam, desempenham realidades (LATOURE, 2012). Para Lemos (2013),

A TAR surge, mostrando como o social se constrói no próprio desenvolvimento das ciências e das técnicas. Não é possível separar questões econômicas, simbólicas, institucionais, jurídicas, das ditas “científicas”. O social não é visto como uma substância. Para compreender a ciência e a tecnologia deve-se colocar a ênfase na formação das redes nos laboratórios, permitindo visualizar as inscrições e a construção do fato científico [...] a ideia de “estrutura social” não é operacional e opta-se por rastrear as associações entre elementos heterogêneos (humanos e não-humanos) onde as traduções se fazem por inscrições as mais diversas. Assim

funciona a ciência. Assim funciona o “social”. Será essa constatação que levará a TAR para além dos estudos dos laboratórios científicos (LE MOS, 2013, p. 35).

Embora não haja um teste definitivo para determinar a adesão à Teoria Ator-Rede (TAR), é possível identificar algumas orientações fundamentais que a indicam. Conforme destacado por Latour (2012), existem três orientações essenciais que podem ser empregadas para avaliar se um determinado caso se alinha com a TAR, descritas no QUADRO 1.

QUADRO 1 – Orientações Fundamentais para a Adesão à Teoria Ator-Rede (TAR) segundo Bruno Latour.

Orientação	Descrição	Citação
Papel concedido aos não humanos	Os não humanos devem ser tratados como atores com capacidade de ação, não apenas como suportes de projeções simbólicas. Qualquer pesquisa que reconheça aos não humanos uma ação mais aberta que a causalidade natural e mais eficiente que a simbólica pode ser considerada parte da TAR.	"Qualquer pesquisa que conceda aos não humanos um tipo de ação mais aberto que a tradicional causalidade natural – e mais eficiente que a simbólica – pode pertencer ao nosso corpus, mesmo se outros autores não quiserem de modo algum ser associados a essa postura." (Latour, 2012, p. 29)
Variabilidade do social	O social é visto como uma associação momentânea e variável, que se aglutina e assume novas formas constantemente. As redes complexas de associações entre humanos e não humanos são contingentes e não previsíveis, proporcionando uma compreensão dinâmica das dinâmicas sociais e tecnológicas.	"O social é o nome de um tipo de associação momentânea caracterizada pelo modo como se aglutina assumindo novas formas." (Latour, 2012, p. 100)
Reagregação do social	É necessário reagregar o social, insistindo na dispersão e desconstrução de atores heterogêneos que estavam desconectados, reunindo-os sob novas circunstâncias. Isso envolve um movimento constante de reassociação e reagregação, reconhecendo que o social é um processo contínuo e não uma entidade estática.	"O social continua insistindo na dispersão e na desconstrução." (Latour, 2012, p. 30); "O desafio é reconhecer que o social não é uma entidade estática, mas um processo de constantes reassociações e reagregações." (Latour, 2004)

FONTE: Autora (2024)

A TAR procura entender a construção e estabilização de redes sociotécnicas, tecnológicas e naturais. Ela tem capacidade de propiciar a análise de como diferentes elementos, sejam humanos ou não humanos, se unem e interagem para criar realidades sociais complexas, contribuindo para uma compreensão mais ampla e de múltiplas interações sociais, evitando simplificações e destacando a importância da agência distribuída entre atores heterogêneos.

4.1.1 Alguns elementos para a compreensão da Teoria Ator-Rede

Em tese, a TAR consiste, nas palavras de Latour, em “seguir as coisas através das redes em que elas se transportam, descrevê-las em seus enredos” (2004, p. 397) ou simplesmente “seguir os próprios atores” (2012, p. 31). Latour (2012) ainda afirma que, os grupos se estabelecem e se desfazem o tempo todo, logo não há grupos, apenas formações de grupos. Sendo assim, não temos como detê-los, por esse motivo é recomendado seguir os rastros de suas associações.

Assim, um “ator” na TAR não se refere apenas a indivíduos humanos, mas a qualquer entidade que possua agência, ou seja, um **ator** que tem a capacidade de afetar e influenciar outros atores ou entidades em uma rede. Logo, atores podem ser humanos, objetos técnicos, instituições, ideias e até mesmo conceitos abstratos. Neste sentido, deve-se “definir o ator com base naquilo que ele faz – seus desempenhos (...). Uma vez que, em inglês, a palavra “actor” (ator) se limita a humanos, utilizamos muitas vezes “actante” (atuante), termo tomado a semiótica, para incluir não-humanos na definição” (LATOURE, 2001, p. 346), termo que será usado nesta pesquisa.

Ao reconhecer a capacidade de ação de humanos e de não humanos, ou seja, a “actância” ou a agência de atores, igualmente nomeados de actantes, a TAR compreende que o social é fabricado pela associação de tais agentes. A nomenclatura “actante”, herdeira da linguística de Lucien Tesnière (1893-1954) e da semiótica de Algirdas Greimas (1917-1992), nomeia entidades que agem em uma narrativa e levam outros actantes a agir (SALGADO, 2018, p. 23).

Portanto, o termo **actante** refere-se a qualquer entidade que tenha a capacidade de agir, influenciar ou modificar outros atores, sejam eles humanos ou não humanos, podendo incluir indivíduos, grupos sociais, instituições, tecnologias, objetos materiais, ideias, entre outros. É importante enfatizar que todos os actantes são igualmente significativos, e o seu poder e ação resultam das interações que eles estabelecem entre si.

Somente podem ser considerados atores aqueles elementos que produzem efeito na rede, que a modificam e são modificados por ela e são estes elementos que devem fazer parte da descrição. Porém, não há como anteciparmos que atores produzirão efeitos na rede senão acompanhando seus movimentos (FREIRE, 2020, p. 124).

Logo, pela TAR, é possível analisar a construção do aspecto social por meio das associações entre actantes (LATOURE, 2012), ou seja, a sociedade é construída através da formação de redes compostas por actantes que se influenciam

mutuamente dando origem a relações sociotécnicas. Essas relações podem ser encontradas pelas ações dos actantes, que deixam rastros que podem ser mais facilmente recuperados quando esses traços são deixados em redes, essa abordagem rompe com a tradicional dicotomia entre natureza e cultura, sujeito e objeto, ao reconhecer que os elementos humanos e não humanos estão interligados em uma rede complexa de relações.

De acordo com Latour (2012), a ação dos actantes pode ser compreendida de duas maneiras: como intermediação ou como mediação. A TAR enfatiza a importância de não apenas analisar os indivíduos ou entidades isoladamente, mas sim, como eles estão interligados em uma rede de relações, onde tanto seres humanos quanto objetos técnicos desempenham papéis ativos, tornando a mediação e o intermediário, conceitos cruciais para descrever como diferentes entidades atuam para conectar ou mediar as relações nas redes sociotécnicas.

O termo “mediação”, em contraste com “intermediário”, significa um evento ou um ator que não podem ser exatamente definidos pelo que consomem e pelo que produzem. Se um intermediário é plenamente definido por aquilo que o provoca, uma mediação sempre ultrapassa sua condição. A diferença real não é entre realistas e relativistas, sociólogos e filósofos, mas entre os que reconhecem, nas muitas tramas da prática, meros intermediários e os que admitem mediações (LATOURE, 2001, p. 351).

Assim, a **mediação** refere-se aos processos através dos quais as entidades atuam como centrais na conexão entre actantes. Isso pode ser feito de várias maneiras, incluindo transferência de informações pela intermediação, facilitação de interações, coordenação de ações e até mesmo a modificação das ações dos actantes. A mediação é um processo ativo que influencia como os actantes interagem entre si e como a rede se desenvolve ao longo do tempo. Pela TAR, o conhecimento é resultado da mediação, e

Seguir os mediadores implica em compreender que o conhecimento científico é resultante das mediações estabelecidas no contexto da ciência em ação¹⁹. Não se limita à aplicação de um método ou de uma concepção epistemológica privilegiada. É um produto ou um efeito de uma rede

¹⁹ Para Latour (2000), o termo "ciência em ação" refere-se ao estudo da ciência e da tecnologia enquanto estão sendo praticadas, em vez de considerá-las apenas pelos seus resultados finais ou teorias estabelecidas. Ele propõe que, para entender como o conhecimento científico é realmente produzido, é necessário observar os processos cotidianos e as práticas de cientistas e técnicos em seus ambientes de trabalho, como laboratórios, campos de pesquisa e oficinas de desenvolvimento tecnológico. Em sua obra "Ciência em Ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora" Latour (2000) apresenta uma série de estudos de caso que ilustram esses princípios.

heterogênea composta de materiais, humanos, máquinas e instituições sócio-culturais (MALLMANN, 2008, p. 71).

Quando seguimos os mediadores nas suas ações conseguimos mecanismos e procedimentos para registrar, analisar, compreender e encontrar os contornos estruturais e culturais que envolvem as decisões para a formação da rede. Portanto, os mediadores são elementos que desempenham um papel fundamental na construção e estabilização (e também desestabilização) das redes de associações entre actantes, humanos e não humanos, ou seja, não são meramente intermediários neutros, mas têm a capacidade de afetar, moldar e influenciar as interações entre os actantes nas redes.

Os **intermediários** são entidades ou objetos que exercem uma função na facilitação ou mediação das relações entre diversos actantes de uma rede. Eles abrangem uma variedade de elementos, incluindo seres humanos, tecnologias, instituições, animais e outros. Sua importância reside no fato de que auxiliam na criação de conexões entre actantes que, de outra forma, não estariam diretamente ligados, sendo assim, são actantes que simplesmente passam informações ou objetos de um ponto a outro sem modificá-los. Eles são considerados neutros na transmissão, na configuração e na manutenção da rede.

Logo, um mesmo actante pode assumir os dois papéis, num momento pode ser mediador e noutro, intermediário, dependendo das associações que estão acontecendo na rede. Enquanto os intermediários são actantes neutros e não alteram o que transmitem, os mediadores desempenham um papel ativo na transformação da informação podendo reinterpretar, modificar ou influenciar o conteúdo de alguma forma, alterando o resultado final da transmissão. Esta distinção é essencial para entender as dinâmicas dentro das redes, contribuindo para a complexidade e a riqueza das interações sociais.

Nesta perspectiva, outro conceito muito importante na TAR é o de **rede**. Como afirma Mallmann (2010) “uma rede é composta de nós, convergências e bifurcações entre mediadores” (2010, p. 227) e são construídas por meio das associações entre esses diversos mediadores. O agenciamento é distribuído ao longo da rede, permitindo que tanto os actantes humanos quanto os não humanos desempenhem papéis significativos na construção de ações e decisões coletivas. E os intermediários conectam actantes que podem não ter uma conexão direta, facilitando a interação entre eles, sendo essa intermediação fundamental para que a rede possa se

estabelecer e se manter, pois nem todos os actantes estão conectados diretamente entre si. Nesse sentido, Oliveira (2016) afirma que

Estar conectado e ser heterogêneo não são o suficiente para se falar em rede. Depende do tipo de ação que está fluindo de uma coisa para outra. Em inglês, a TAR é chamada de *actor net work*. Esse termo fica mais claro na palavra “*network*”, pois há a *net*, a rede, e o *work*, o trabalho. Deveríamos dizer “*worknet*”, pois o foco na TAR é na prática. Ela está preocupada com o trabalho, com o movimento, com o fluxo e com as mudanças que devem ser enfatizadas nas pesquisas (OLIVEIRA, 2016, p. 193).

Quando se lê, parece que está se referindo à internet ou algo do tipo (LATOUR, 2006). Mas, essa abordagem oferece uma visão ampliada e descentralizada da sociedade e das interações sociais, reconhecendo a importância de entender como os mediadores participam ativamente na formação e no funcionamento das redes, e os intermediários têm um papel central na criação das relações e na influência uns dos outros em uma dinâmica contínua. Portanto, a mediação e a presença de intermediários são fundamentais para a compreensão das interações complexas que ocorrem nas redes sociais, tecnológicas, ambientais, educacionais, etc.

Assim, para a TAR, “tudo que existe é constituído de redes. As coisas existem graças às suas relações” (OLIVEIRA, 2016, p. 192). Ela enfatiza a ideia de que a realidade social é construída por meio de redes de actantes interconectados, que são temporárias e podem mudar à medida que novos atores entram em cena ou outros são retirados. Segundo Latour (1996),

Em vez de pensar em termos de superfícies – duas dimensões – ou esferas – três dimensões – é solicitado que pensemos em termos de nós que têm tantas dimensões quantas conexões. Como uma primeira aproximação, a TAR afirma que as sociedades modernas não podem ser descritas sem reconhecê-las como tendo um caráter fibroso, filiforme, de arame, fibroso, pegajoso, capilar que nunca é capturado pelas noções de níveis, camadas, territórios, esferas, categorias, estrutura, sistemas. Visa explicar os efeitos atribuídos a essas palavras tradicionais sem ter que comprar a ontologia, a topologia e a política que as acompanham (LATOUR, 1996, p. 371, tradução nossa)²⁰.

²⁰ Instead of thinking in terms of surfaces - two dimension- or spheres -three dimension- one is asked to think in terms of nodes that have as many dimensions as they have connections. As a first approximation, the AT claims that modern societies cannot be described without recognizing them as having a fibrous, thread-like, wiry, stringy, ropy, capillary character that is never captured by the notions of levels, layers, territories, spheres, categories, structure, systems. It aims at explaining the effects accounted for by those traditional words without having to buy the ontology, topology and politics that goes with them.

Para Latour (1996) uma das principais vantagens de analisar em redes é que nos livramos da “tirania da distância” ou da proximidade, pois elementos que estão próximos quando desconectados podem ser infinitamente remotos se suas conexões forem analisadas, e inversamente, elementos que parecem infinitamente distantes podem estar próximos quando suas conexões são trazidas de volta à cena. Assim, “a TAR permite verificar uma multiplicidade de matérias heterogêneas conectadas em uma rede de múltiplas entradas sempre em movimento, aberta a novos elementos que podem se conectar de maneira inédita e inesperada” (OLIVEIRA, 2016, p. 194).

Neste sentido, Law (1992) afirma que as redes de atores são dinâmicas, em constante agitação de formação, com características heterogêneas e padronizações, gerando efeitos entre os actantes das organizações, indicando o fluxo de campos que definem novos ordenamentos na proporção de seus movimentos, circulações e alianças pelo aspecto de heterogeneidade.

[...] trata-se de um processo de “engenharia heterogênea” em que componentes do social, técnico, conceitual e textual são montados juntos, e assim convertidos (ou “traduzidos”) em um conjunto de produtos científicos igualmente heterogêneos. Isso acontece na ciência. Mas já sugeri que a ciência não é muito especial. Logo, o que é verdadeiro para a ciência também é considerado verdadeiro para outras instituições. Assim, a família, a organização, os sistemas de computação, a economia e as tecnologias – toda a vida social – podem ser retratados da mesma forma. Todas essas são redes organizadas de materiais heterogêneos cuja resistência foi superada. Este, então, é o movimento analítico crucial feito por autores da teoria ator-rede: a sugestão de que o social não é nada além de redes padronizadas de materiais heterogêneos (LAW, 1992, p. 2, tradução nossa)²¹.

Assim, as mediações se destacam e mostram que o processo pode ter constante redefinição da realidade e na “produção em rede aponta para o transbordamento de tais campos que delinea novos ordenamentos na justa proporção de seus movimentos” (NOBRE; PEDRO, 2013, p. 49), fazendo assim, o surgimento de associações de actantes, formando redes em que todos são construídos pelo

²¹ [...] that it is a process of "heterogeneous engineering" in which bits and pieces from the social, the technical, the conceptual and the textual are fitted together, and so converted (or "translated") into a set of equally heterogeneous scientific products. So much for science. But I have already suggested that science isn't very special. Thus, what is true for science is also said to be true for other institutions. Accordingly, the family, the organisation, computing systems, the economy and technologies -- all of social life -- may be similarly pictured. All of these are ordered networks of heterogeneous materials whose resistance has been overcome. This, then, is the crucial analytical move made by actor-network writers: the suggestion that the social is nothing other than patterned networks of heterogeneous materials.

movimento, percebendo como as estruturas são criadas por eles e não como os actantes se encaixam em um sistema estruturante.

Para Latour (2012) a “rede é uma expressão para avaliar quanta energia, movimento e especificidade nossos próprios relatos conseguem incluir. Rede é conceito, não coisa” (2012, p. 192). Ela é o próprio movimento organizacional que forma o social.

O social não é o que abriga as associações, mas o que é gerado por ela. Ele é uma rede que se faz e se desfaz a todo o momento. Os actantes buscam, com muito esforço, estabilizar essas redes em organizações, instituições, normas, hábitos, estruturas, chamadas de “caixas-pretas”. Estrutura, norma, hábito não podem ser tomados como categorias de explicação *a priori*, como causas, mas são as consequências temporárias de uma rede de distribuição e de estabilização de agências (LEMOS, 2013, p. 67).

Uma rede é definida por múltiplas conexões e múltiplas entradas, a revelação dos agenciamentos e das mediações é o que pode nos ajudar a compreender os diversos fenômenos sociais. Portanto, a ideia central é que as redes são compostas por uma série de actantes que têm a capacidade de influenciar e de serem influenciados, criando relações de dependência mútua. Assim, circular nas tramas da rede se dá por meio das hibridações e traduções, conceitos que serão discutidos na sequência, neste processo de deslocamentos diversos, uma realidade vai sendo produzida.

Logo, para a TAR, actantes podem ser “híbridos”, ou seja, resultantes da junção de entidades humanas e não humanas. “Latour propõe um achatamento funcional dos papéis do sujeito e do objeto, tomando-o como híbrido, como uma mistura, como actante em sentido sintático, cujo papel operacional só pode ser dado no próprio tecido em que aparece” (CARDOSO, 2015, p. 43). A ênfase na formação de híbridos surge pensando no trabalho que acontece junto de maneira interdependente, desafiando a distinção tradicional entre natureza e cultura, pensando na ação coletiva.

Assim, os **híbridos** são entendidos como elementos-chave para a compreensão da complexidade das relações sociais, tecnológicas e culturais em nosso mundo contemporâneo, sendo resultado das associações entre actantes, que podem ser temporárias ou permanentes, e também, podem ser altamente complexas podendo envolver actantes e elementos de diferentes escalas e contextos sociais, como Cardoso (2015) afirma “um homem com uma arma é um composto social híbrido (é um “homem-arma” e mais tudo o que estiver em volta)” (2015, p. 79), são as

conexões que ajudam a formar as redes de ação e dar significado, fazendo todos os actantes interligados e trabalhando em conjunto para realizar uma determinada ação ou produzir um determinado efeito.

Nesta perspectiva, na TAR o aspecto social emerge das interações entre actantes, sejam eles humanos ou não, e essas relações são caracterizadas por sua dinamicidade e constante mutação. Isso implica que as estruturas sociotécnicas não permanecem estáticas, mas resultam de uma intrincada teia de conexões. Dessa forma, o social se configura como um desdobramento contingente e variável das complexas redes de associações, ao invés de ser uma estrutura rígida e previsível. Essa perspectiva relacional e em constante evolução possibilita uma compreensão mais ampla e flexível das dinâmicas sociotécnicas que influenciam a nossa realidade, evidenciando a dualidade contraditória presente na sociedade.

Esta oscila entre hibridização e purificação por meio de mecanismos de organização social, confere ao cenário uma complexidade intrigante, onde pode ser observado nos paradoxos abordados por Bruno Latour em “Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica”, no que ele chama de “Constituição Moderna” (LATOURE, 1994, p. 13).

Para Latour (1994) sob o conceito de **purificação**, delineiam-se duas esferas ontológicas completamente distintas: a dos seres humanos, por um lado, e a dos não humanos, por outro. Assim, sem a inclusão do primeiro conjunto, as práticas de purificação perderiam sua substância e tornam-se dispensáveis. Da mesma forma, sem o segundo, o processo de tradução seria severamente restringido, limitado ou até mesmo proibido. Logo, enquanto analisarmos separadamente essas práticas, estaremos verdadeiramente alinhados com a modernidade, comprometendo-nos sinceramente com o projeto da purificação crítica, mesmo que esse avance primariamente por meio da multiplicação de híbridos.

Para compreender a “Constituição Moderna” de Latour (1994), é necessário reconhecer a existência de híbridos, pois “quanto mais nos proibimos de pensar os híbridos, mais seu cruzamento se torna possível; este é o paradoxo dos modernos”. (1994, p. 17). Assim, reconhecendo “os híbridos, estamos apenas diante de mistos de natureza e cultura; se consideramos trabalho de purificação, estamos diante de uma separação total entre natureza e cultura” (1994, p. 35).

Assim, Latour (2012) destaca sua visão de objetos considerados comuns, como martelo, panela, lista, entre outros, que desempenham papéis fundamentais na

realização de atividades cotidianas, porém, por muitas vezes, podem ser desprezados em sua importância.

Se você puder, com a maior tranquilidade, sustentar que pregar um prego com ou sem um martelo, ferver água com ou sem uma panela, transportar comida com ou sem um cesto, andar na rua com ou sem roupas, zapear a televisão com ou sem o controle remoto, parar um carro com ou sem o freio, fazer um inventário com ou sem uma lista, administrar uma empresa com ou sem a contabilidade são exatamente as mesmas atividades, que a introdução desses implementos comuns não muda nada “de importante” na realização de tarefas, então você está pronto para visitar a Terra Longínqua do Social e desaparecer daqui (LATOURE, 2012, p. 108).

Logo, refletir sobre a naturalização desses objetos nas práticas diárias, desafiando a ideia de que a introdução ou ausência desses implementos não altera nada “de importante” na execução das tarefas, é como se não reconhecêssemos a influência significativa desses objetos comuns nessas atividades. Assim, a expressão "Terra Longínqua do Social" destaca um lugar distante e talvez idealizado, onde as práticas sociais poderiam ocorrer sem a intervenção direta dos objetos materiais. A TAR apresenta uma perspectiva inovadora para a compreensão da formação e evolução das sociedades, enfatizando a igual importância dos actantes, sejam eles humanos ou não, nas dinâmicas sociotécnicas. Essas dinâmicas fazem com que as redes surjam a partir de interações, frequentemente mediadas por intermediários, e exigem que os actantes façam as traduções de seus interesses a fim de cooperar efetivamente dentro dessas redes.

Dentro da TAR, a tradução não se limita ao simples ato linguístico; engloba, igualmente, o processo de alinhamento e associação de diversos actantes com o intuito de criar uma rede. O conceito de **tradução** aqui apresentado é o mecanismo por meio do qual os mundos tomam forma progressivamente. A tradução implica na mediação entre actantes distintos, viabilizando sua colaboração, ou seja, cada actante carrega consigo seus próprios interesses, valores e lógicas, entretanto, para que a rede funcione de maneira harmônica, é necessário “traduzir” ou adaptar esses interesses de forma a harmonizá-los com os interesses dos demais actantes.

Para Law (1992) a tradução é um processo no qual gera efeitos de ordenamento, sendo uma ação que induz transformações e a capacidade de promover equidade, alimentando a expectativa de que um actante possa representar efetivamente em uma rede.

Traduzir (ou transladar) significa deslocar objetivos, interesses, dispositivos, seres humanos. Implica desvio de rota, invenção de um elo que antes não

existia e que de alguma maneira modifica os elementos imbricados. As cadeias de tradução referem-se ao trabalho pelo qual os atores modificam, deslocam e transladam os seus vários e contraditórios interesses (FREIRE, 2006, p. 51).

Portanto, a tradução não está limitada ao ato de transpor palavras de um idioma para outro, mas refere-se à mediação e transformação de elementos heterogêneos, sejam eles: objetos, ideias, tecnologias ou humanos, em uma rede sociotécnica coesa. Assim, quando actantes se encontram, ocorre um processo de tradução, em que eles precisam se comunicar, negociar e ajustar suas diferenças para se tornarem parte da mesma rede de ação. Essa tradução envolve o estabelecimento de alianças e interesses comuns entre os actantes, mas também pode envolver a transformação ou adaptação dos elementos envolvidos.

Law (2020) afirma que

Traduzir é tornar duas palavras equivalentes; mas, como não existem duas palavras equivalentes, tradução também implica traição: “traduction, trahison”. Portanto, tradução é tanto sobre a construção de equivalências quanto sobre mudança. É sobre movimentar os termos, associá-los e alterá-los (LAW, 2020, p. 43).

Na TAR o conceito de tradução (ou traduzir) surge para dar importância nos processos de negociação, mediação e reconfiguração contínuos na formação e manutenção das redes sociotécnicas, permitindo uma compreensão mais profunda das dinâmicas de poder, interesses e conexões que moldam a sociedade. Assim, a tradução é um processo mais do que um simples resultado.

Assim, explorar alguns fundamentos da TAR como base para a compreensão das interações sociotécnicas possibilita uma compreensão da dinâmica das associações no processo de formação do social. Isso pode ocorrer por meio da participação de actantes, destacando que a “rede não é conexão, mas composição” (LEMOS, 2013, p. 35).

A partir desse ponto de vista, é possível direcionar a atenção para o rastreamento das agências em circulação, ou seja, observar as redes em sua totalidade. Em vez de se concentrar em elementos individuais ou detalhes específicos, a ideia é examinar a totalidade da rede ou do sistema em questão. Isso pode envolver observar como diferentes partes interagem, identificar padrões de comportamento ou fluxo de informações em toda a rede, e entender as conexões e relações que existem entre os diversos componentes.

Tendo em vista esses elementos da Teoria Ator-Rede, é possível examinar o livro didático de Física como um actante em redes complexas de influências e interações com diversos actantes envolvidos no processo educacional, o que pode levar a diversos questionamentos sobre suas funções neste contexto social, tais como seu papel na mediação do conhecimento, a forma como molda e é moldado pelas práticas pedagógicas, a influência que exerce sobre os métodos de ensino, e como interage com outros actantes educacionais. Além disso, é possível analisar como ele contribui para a formação da identidade dos alunos e professores, a perpetuação de determinadas visões científicas e culturais, e as dinâmicas de poder que emergem dessas interações.

Primeiramente, há que se considerar que o livro didático não é apenas um meio passivo de transmitir conhecimento, mas sim um participante ativo na construção do entendimento dos alunos sobre a Física. Elementos como o material do livro, sua diagramação, as imagens e os exemplos têm influência direta na compreensão dos conceitos físicos pelos alunos. Além disso, é crucial considerar as redes de produção e distribuição das quais ele faz parte, pois diversos atores estão envolvidos na criação do livro, desde os autores e editores até os revisores e impressoras. Como esses diferentes actantes influenciam o conteúdo e a forma do livro?

Nesse sentido, o livro didático atua como um mediador na tradução do conhecimento científico para o contexto educacional. No entanto, essa tradução não é simples e pode estar sujeita a múltiplas interpretações. Como o livro simplifica ou distorce conceitos científicos complexos para torná-los acessíveis aos alunos? E quais as implicações disso para a compreensão dos alunos sobre a física?

Explorar essas questões pode permitir o desenvolvimento de uma compreensão mais profunda dos processos pelos quais o conhecimento é construído, transmitido e negociado no contexto educacional, fornecendo uma visão mais abrangente do papel do livro didático de Física numa rede mais ampla de actantes e interações.

É preciso, entretanto, refletir sobre esses questionamentos a partir da compreensão da Cartografia de controvérsias, uma ferramenta analítica que poderá proporcionar uma compreensão das complexidades do ambiente educacional e do papel do livro didático de Física nele presente, o que poderá ir além de uma visão simplista do livro como um veículo unidirecional de transmissão de conhecimento,

permitindo enxergá-lo como um espaço de negociação, conflito e construção coletiva de significados.

4.2 A CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS

De acordo com a TAR, a fim de estabelecer conexões com diversos actantes e à medida que são desenvolvidas e aprofundadas as relações nas redes sociotécnicas às quais se pertence, passa-se por um processo de transformação mútua. Na TAR, nenhuma entidade é essencialmente definida, de modo que “um dos primeiros passos do pesquisador é definir o(os) actante(s) – (por exemplo, pessoa, grupo, ideia, conceito, objeto material, plantas, animais, etc.) – que serão seguidos. (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 22).

Ao seguir os “rastros” dos actantes, o pesquisador consegue compreender suas ações e a forma como estabelecem conexões, mapeando as interações que promovem e os efeitos que esse movimento provoca no coletivo (LEMOS, 2013), estabelecendo um conjunto interativo de ações que engloba diversos potenciais mediadores.

Nesse sentido, Latour (2012) revela que “não existe sociedade, não existe domínio social nem existem vínculos sociais, *mas existem traduções entre mediadores que podem gerar associações rastreáveis*” (2012, p. 160). Ele está argumentando que, em vez disso, a TAR propõe que o que chamamos de sociedade é o resultado das traduções que ocorrem entre diferentes mediadores. Para ele, a ideia tradicional de uma sociedade como uma entidade distinta e coesa não corresponde à realidade. Ele nos convida a pensar nas associações e conexões que são formadas por meio das traduções entre mediadores no mundo, para maximizar a visibilidade de qualquer nova conexão, sem impor previamente restrições quanto ao tipo de entidades presentes no mundo social. A ação é compreendida como o desdobramento da colaboração de diversos actantes, não sendo atribuída a um único actante isoladamente.

Essas associações são dinâmicas e rastreáveis, ou seja, podem ser estudadas e compreendidas observando-se como os mediadores interagem e se influenciam mutuamente ao longo do tempo. Em suma, Latour (2012) está destacando a importância das interações entre os diversos elementos da rede na criação e na manutenção do que chamamos de sociedade, desafiando assim as concepções tradicionais sobre a natureza das relações sociotécnicas e da própria sociedade.

Sendo assim, essas interações podem gerar controvérsias à medida que diferentes actantes tentam influenciar e negociar suas posições dentro da rede.

Para o sociólogo Tommaso Venturini (2010), “a definição de controvérsia é bastante simples: *controvérsias são situações em que os atores discordam* (ou melhor, concordam com suas discordâncias)” (2010, p. 4, tradução nossa)²², onde a ideia de desacordo deve ser interpretada em um contexto amplo. As controvérsias se iniciam quando os actantes percebem que não podem mais evitar a interação uns com os outros, e encerram-se quando esses actantes conseguem alcançar um acordo sólido para coexistir; assim, qualquer cenário situado entre esses dois extremos pode ser categorizado como uma controvérsia.

Com base nessas considerações, fica evidente que as controvérsias podem ser abordadas de várias maneiras, o que tem contribuído para uma compreensão mais rica e contextualizada de como o conhecimento é produzido, disseminado e contestado em diversos campos. Isso demonstra a interconexão entre o social e o científico, desafiando ideias tradicionais de uma ciência objetiva e neutra. Assim, a responsabilidade de definir soluções recai sobre os actantes envolvidos, enquanto os pesquisadores que utilizam a Cartografia das Controvérsias (CC) pela TAR têm a tarefa de mapear, observar e descrever essas ações, associações e traduções que realizam nas redes sociotécnicas.

Lemos (2013) define a Cartografia das Controvérsias (CC) como

[...] um conjunto de técnicas para explorar e visualizar polêmicas, questões emergentes em determinados agrupamentos, o movimento, a circulação da ação e a fluidez das mediações, revelando as diversas dimensões que compõem uma rede sociotécnica. (LEMOS, 2013, p. 110).

A Cartografia das Controvérsias não se limita a analisar os aspectos sociais ou técnicos isoladamente, mas considera a interação complexa entre eles, destacando o movimento e a circulação da ação, examinando como ideias, informações e influências são trocadas entre os actantes envolvidos, visando torná-las mais inteligíveis nas pesquisas. Para Contier e Marandino (2016), “o mapeamento de controvérsias é um método para explorar e representar controvérsias em ciência e tecnologia criado por Bruno Latour no final da década de 1990” (p. 6). Assim o seu

²² [...] the definition of controversy is pretty straightforward: controversies are situations where actors disagree (or better, agree on their disagreement).

uso se dá porque ela engloba técnicas para mapear e rastrear as controvérsias sociais, e é, de fato, uma metodologia que enfatiza a fluidez das mediações, ou seja, como diferentes mediadores, sejam eles humanos ou não humanos, interagem para moldá-las na construção do mundo, uma vez que é nas controvérsias que a vida coletiva se configura e se modifica.

Venturini, um dos colaboradores de Latour, pondera que

[...] a vida social flui como o magma em um movimento duplo de liquefação e solidificação. Quando observamos as controvérsias, nos concentramos no lado líquido. Quando descrevemos as controvérsias, contribuimos para a solidificação de algumas partes do magma social (VENTURINI, 2010, p. 11, tradução nossa)²³.

Portanto, a CC envolve o ato de desenvolver instrumentos para, especialmente, observar e descrever conflitos sociais, embora não exclusivamente aqueles relacionados a questões tecnocientíficas, podendo ser interpretada como um método de pesquisa que visa desvendar as mediações, representando uma versão prática e educacional da TAR.

Venturini (2010) destaca que a CC “foi iniciada por Bruno Latour na *École des Mines de Paris* [...] e atualmente é ensinada em várias universidades europeias e americanas²⁴” (2010, p. 1, tradução nossa)²⁵. Neste contexto, Lemos (2013) afirma que “onde há estabilização, só há intermediários. Onde há controvérsias, há mediadores, actantes”. (2013, p. 105).

Assim, em vez de simplesmente retratar eventos ou desvendar verdades, a Cartografia das Controvérsias busca mapear as disputas que emergem de questões coletivas ainda não resolvidas e que carecem de consenso entre os envolvidos. Essas controvérsias dão origem a novos significados, que são moldados pelas circunstâncias que se apresentam e pela maneira como se manifestam.

Para Lemos (2013),

²³ As we said, social life flows like magma in a double movement of liquefaction and solidification. When we observe controversies, we focus on the liquid side. When we describe controversies, we contribute to the solidification of some portions of social magma.

²⁴ Incluindo o Institut de Science Politiques et l'École de Mines de Paris, o Massachusetts Institute of Technology, a École Polytechnique Fédérale de Lausanne, a University of Manchester e outros.

²⁵ It was initiated by Bruno Latour at the École des Mines de Paris [...] and it is currently taught in several European and American universities.

Foi pela análise das controvérsias que os primeiros estudos da TAR sobre o conhecimento científico e o desenvolvimento de tecnologias mostram a ineficácia dos procedimentos sociológicos que tomavam essas áreas como subdomínios e como externos ao social. Vimos como a TAR, em suas origens, surge como uma crítica aos estudos de ciência e tecnologia que, de maneira ou de outra, tomavam o social como uma externalidade, ou, melhor dizendo, o social como causa, instituindo uma clara separação entre campos, sujeito, objeto, estrutura, indivíduo... (LEMOS, 2013, p. 107).

Portanto, a CC é uma maneira de representar a distribuição das ações, rastrear os agentes envolvidos, ilustrar os diagramas de mediação e intermediação, e expor os sistemas de crenças subjacentes. Latour argumenta que a ciência e a tecnologia não são entidades puramente objetivas ou neutras, mas sim produtos de processos sociais, políticos e culturais. Por meio da CC, ele e outros pesquisadores procuram revelar como essas redes de interações se formam e como elas moldam o desenvolvimento e a disseminação do conhecimento.

Trabalhar com a CC “é aprender a alimentar-se de incertezas, em vez de decidir de antemão como deve ser a aparência do conjunto de equipamentos do mundo (LATOURE, 2012, p. 169), podendo a CC ser de vários tipos. Latour (2012, p. 42) organizou orientações para pesquisadores quando estes forem definir uma controvérsia a ser analisada, que chamou de cinco fontes de incertezas²⁶. As cinco fontes de incerteza são a seguir explicitadas.

A natureza dos *grupos* – relacionada ao fato de que não existem grupos preestabelecidos, apenas a formação contínua de grupos. Portanto, o grupo pode se modificar a qualquer momento, pois os actantes podem permitir que o grupo se dissolva e, em seguida, formem novos grupos, reconfigurando constantemente o social.

A natureza das *ações* – considerada fundamental na compreensão da expressão Ator-Rede, a ideia implica que as ações nunca ocorrem isoladamente, e a controvérsia reside na incerteza em relação à origem da ação, visto que o actante e a rede colaboram para produzir e dar forma às ações. Latour (2012) afirma que “uma ação invisível, que não faça diferença, não gere transformação, não deixe traços e

²⁶ Nota de rodapé de Latour (2012, p.42) – Preferi “incertezas” – numa alusão velada ao “princípio de incerteza” – porque não é possível decidir se esta está no observador ou no fenômeno observado. Conforme veremos, o analista nunca sabe o que os atores ignoram, e os atores sabem o que o observador ignora. Por isso, o social precisa ser reagregado.

não entre num relato não é uma ação. Ponto final. Ou faz alguma coisa ou não faz nada” (2012, p. 84).

A natureza dos *objetos* – reside no pressuposto de que todas as ações são deliberadas e que os objetos também têm agência. Os objetos são considerados agentes com plenos direitos, capazes de influenciar e alterar nossos comportamentos, além de contribuir para o nosso autoconhecimento. A ação é o resultado da interconexão entre sujeitos e objetos, tanto humanos quanto não humanos.

A natureza dos *fatos* – destaca que realidades diversas são moldadas por questões de fato, mesmo quando essas realidades são criadas artificialmente, como em laboratórios de pesquisa. Essas realidades têm objetivos definidos. Para atingir esses objetivos, os actantes empreendem ações guiadas por seus interesses particulares, interesses que motivam todos os envolvidos a realizar ações e promover transformações e traduções.

A natureza *quanto ao estudo em si* – definido por Latour (2012) como “o tipo de estudos realizados sob o rótulo de ciência do social, pois nunca fica claro em que sentido exato se pode dizer que as ciências sociais são empíricas” (2012, p. 42). Enfatiza a relevância de focar nos actantes que efetivamente desempenham um papel significativo na ação que será narrada. Além disso, ele ressalta que o próprio texto atua como um mediador, pois possibilita ao escritor e ao leitor estabelecer conexões ao se envolverem com o texto, ou seja, “trazer para primeiro plano o próprio ato de compor relatos” (LATOURE, 2012, p. 180).

As cinco fontes de incerteza oferecem uma estrutura conceitual para compreender as dinâmicas complexas envolvidas na formação e na análise de controvérsias. Ao contextualizá-las com o livro didático de Física, podemos explorar como essas fontes se manifestam e influenciam a produção e a disseminação do conhecimento científico nesse contexto específico.

No contexto do livro didático de Física, destaca-se a natureza fluida e dinâmica dos *grupos* envolvidos na produção e no uso do material didático. Em vez de grupos preestabelecidos, há uma constante formação e reconfiguração de actantes, incluindo autores, editores, professores e alunos, que colaboram na criação e na interpretação do conteúdo do livro.

Já a incerteza quanto à origem das *ações* é particularmente relevante ao examinarmos como o conteúdo do livro didático é selecionado, apresentado e interpretado. Os actantes (humanos e não humanos) colaboram para moldar as ações

que ocorrem no contexto do livro, influenciando o processo de aprendizagem dos alunos. O livro didático de Física, não é apenas um *objeto* passivo para transmitir informações, mas um agente ativo que têm agência e influencia o comportamento dos alunos, por exemplo: com as ilustrações e exercícios presentes no livro têm o poder de moldar as percepções e compreensões dos alunos sobre os conceitos físicos, contribuindo para a construção de seu conhecimento.

A quarta fonte de incerteza, a natureza dos *fatos*, destaca como as controvérsias científicas e as diferentes interpretações dos fatos podem influenciar a produção e a apresentação do conhecimento no livro didático. Questões de fato, como teorias científicas concorrentes ou resultados experimentais ambíguos, podem levar a abordagens divergentes na forma como os conceitos físicos são explicados e contextualizados no livro.

E por fim, ao analisar o livro didático de Física segundo a quinta fonte da incerteza a natureza *quanto ao estudo em si*, é importante considerar como as ciências sociais são empregadas para estudar e compreender a produção, o uso e o impacto desse material educacional.

Assim, ao explorar as cinco fontes de incerteza no contexto do livro didático de Física, podemos desenvolver uma compreensão mais profunda das complexidades envolvidas nas ações e associações do livro entre os diferentes actantes na rede sociotécnica envolvida no processo educacional. Ao identificar essas interações, será possível mapear as controvérsias subjacentes.

4.2.1 Mapear as controvérsias

A Teoria Ator-Rede (TAR) estabelece que o social é constituído por grupos e agregados sociais heterogêneos e suas interações. Ela parte da premissa fundamental de que o mundo social é composto por uma rede de actantes (que podem ser tanto humanos quanto não humanos) e as conexões entre eles, constituindo a realidade social. Souza (2019) afirma que

O princípio básico da TAR é que um ator pode se dissolver em diversos elementos em conflito e uma constelação de atores pode se solidificar em uma única fonte de ação. Como a prefeitura que pode se dissolver em suas diversas secretarias em conflitos e se unir para um único objetivo (SOUZA, 2019, p. 29).

Portanto, a TAR recorre à Cartografia de Controvérsias (CC) em sua análise, uma vez que não há grupos preestabelecidos, apenas a formação de grupos; isso

significa que a unidade de análise não é o indivíduo ou a sociedade, mas sim as conexões estabelecidas entre os actantes envolvidos. Para Lemos (2013) “a CC é o mapa dos deslocamentos, indicando o que está circulando, apontando actantes (mediadores) e intermediários, o diagrama das relações de forças” (2013, p. 111).

As CC são, em essência, meios de representar como as ações são distribuídas, de rastrear os actantes, de visualizar os fluxos de mediação e agenciamento. Essas cartografias consistem em um conjunto de técnicas destinadas a explorar e ilustrar controvérsias e questões emergentes em grupos específicos, além de captar o movimento e a circulação da ação, revelando a fluidez da mediação. Elas desvendam as diversas dimensões que compõem as redes sociotécnicas (LEMOS, 2013).

A CC é uma abordagem analítica delineada em um percurso metodológico possível e harmônico com a perspectiva teórica apresentada por Latour (2012), que busca localizar e observar os arranjos sociais em formação. Baseando-se nos princípios da TAR, refere-se a um conjunto de procedimentos para mapear as polêmicas, os conflitos, os embates, ou seja, as controvérsias da formação do social (VENTURINI, 2010).

Venturini (2010) considera a CC como um método que envolve examinar e descrever as controvérsias presentes em determinado campo, sem a necessidade de assumir suposições conceituais ou seguir protocolos metodológicos tradicionais.

Durante suas aulas, quando solicitado a explicar as instruções de sua cartografia, Bruno Latour responde com um encolher de ombros indiferente: “apenas olhe para as controvérsias e diga o que você vê”. Essa definição elegante costuma ser recebida com certo ceticismo e não sem motivos. Se a cartografia de Latour nada mais é do que “observar e descrever”, não é apenas a teoria do ator-rede que é deixada de lado, mas praticamente qualquer teoria social, bem como qualquer metodologia social. De fato, por mais suspeito que isso possa parecer, o mapeamento de controvérsias não envolve suposições conceituais e não requer protocolos metodológicos. Não há definições a aprender; não há premissas a honrar; não há hipóteses a demonstrar; não há procedimentos a seguir; não há correlações a estabelecer. Como animais nascidos em zoológicos e soltos na natureza, os alunos que entram em projetos cartográficos relatam perplexidade e euforia (VENTURINI, 2010, p. 2, tradução nossa)²⁷.

²⁷ At first, the cartography of controversies seems to fall into line with these expectations. During his lessons, when asked to spell out the instructions of his cartography, Bruno Latour answers with a nonchalant shrug: “just look at controversies and tell what you see.” Such slick definition is often received with some skepticism and not without reasons. If Latour’s cartography is nothing more than “observing and describing,” it’s not just actor-network theory that is put aside, but pretty much any social theory as well as any social methodology. Indeed, as suspect as this may sound, controversies mapping entails no conceptual assumptions and requires no methodological protocols. There are no

Neste sentido, Latour (2012) aponta três critérios que podem ser utilizados para avaliar a aderência de um caso à TAR utilizando a CC: o primeiro critério está relacionado ao papel atribuído aos não humanos, que devem ser considerados como atores ativos, e não simples suportes de projeções simbólicas. O segundo critério enfatiza a variabilidade e a não estabilidade do social. Para Latour (2012), o social é uma associação momentânea que assume novas formas e é resultado contingente das complexas redes de interações entre humanos e não humanos. O terceiro critério propõe a reagregação do social, uma vez que o social continua a se dispersar e se desconstruir. Logo, “estes não são obstáculos a se atingir nos trabalhos da TAR, mas sim a superar” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 72).

Quando o mapeamento é realizado de maneira aprofundada no contexto da TAR, ele pode revelar os diversos planos de ação adotados pelos actantes, ou seja, as estratégias que indicam os interesses subjacentes às articulações na rede. Nesse sentido, os pesquisadores não podem alegar neutralidade, uma vez que desempenham um papel ativo na construção da controvérsia e, portanto, não são imparciais.

Lemos (2013) afirma que “as CC exigem esforços para reagrupar o social a partir dos rastros deixados pelos mediadores. Isso em muito se assemelha ao trabalho de um detetive que tem que buscar os indícios da ação (os rastros)” (2013, p. 114), tornando assim os actantes visíveis ponderando a existência da controvérsia. Isso implica que as controvérsias oferecem uma oportunidade valiosa para examinar a construção da sociabilidade.

Portanto, a controvérsia é a chave de abertura de uma caixa-preta²⁸, cujas operações internas são opacas e não são examinadas em detalhes. E quando a CC é aplicada, deixa-se de aceitar essas caixas-pretas como entidades misteriosas e inacessíveis, e elas começam a ser desmontadas e examinadas em suas partes

definitions to learn; no premises to honor; no hypothesis to demonstrate; no procedure to follow; no correlations to establish. Like zooborn animals released in the wild, students entering cartographic projects report bewilderment and euphoria.].

²⁸ Para Latour (2000) “a expressão caixa-preta é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai” (p. 14), e também, “tem-se uma caixa-preta quando muitos elementos são levados a atuar como um só (p. 217).

internas e nas relações que estabelecem com outros elementos na rede. Ao fazer isso, pode-se ganhar uma compreensão mais rica e precisa de como a sociedade, a ciência e a tecnologia funcionam.

A ideia de caixas pretas está relacionada à noção de que muitos processos e objetos na sociedade e na ciência são frequentemente tratados como caixas fechadas, onde apenas os resultados ou saídas são visíveis, enquanto o que acontece dentro dessas caixas (suas operações, decisões, negociações) permanece obscuro. Nesse contexto, o “termo **caixa-preta** é usado para caracterizar uma situação em que há estabilização ou resolução de uma controvérsia” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 75, grifo do autor). A TAR busca entender as relações complexas entre os actantes na rede sociotécnica por meio da CC, revelando como interagem com outros elementos na rede.

O exame das redes em ação, a partir de controvérsias pela TAR, destaca como os actantes (sejam eles humanos ou não) estão envolvidos em processos de negociação, disputa e construção do conhecimento, permitindo uma compreensão mais ampla das complexas interações que moldam a realidade social. Assim, definir controvérsia pode ser “como momento de disputa nos quais podemos observar a formação social, quando “as coisas” não estão estabilizadas (“encaixapretadas”)” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 74).

Latour (2000) estabelece como regra metodológica número 1: “estudamos a ciência em ação, e não a ciência ou a tecnologia pronta²⁹; para isso, ou chegamos antes que fatos e máquinas se tenham transformado em caixas-pretas, ou acompanhamos as controvérsias que as reabrem” (2000, p. 421). Nesse sentido, encontrar controvérsias no social não é muito difícil. Em diversas circunstâncias, é comum a mobilização de diversos atores, que adquirem hierarquias e níveis de poder distintos, e dependendo das associações que são formadas, “são sempre espaços de conflitos e de negação e precisam ser mapeados” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 76).

Portanto, mapear as controvérsias com base na TAR envolve um processo intrincado que adota uma abordagem única, reconhecendo que o mundo social é uma rede complexa de elementos interconectados. É essencial identificar os actantes

²⁹ Neste caso, as caixas pretas, metáfora para descrever algo que não é completamente compreendido ou acessível em um sistema.

envolvidos na controvérsia, que podem ser indivíduos, grupos, instituições, tecnologias, objetos, leis e muito mais. Esse registro é fundamental e deve ser minucioso para todos os elementos que desempenham um papel na controvérsia.

É preciso mapear as conexões e associações entre esses actantes, e “o objetivo da CC é justamente mapear esses rastros” (LEMOS, 2013, p. 119). Isso inclui tanto as relações diretas quanto as indiretas que se formam na rede de controvérsia. Para Lemos (2013) “um rastro é o vestígio de uma ação efetuada por um actante em qualquer situação. Se não há rastros, não há ação possível de ser descrita, detectada, produzida, inscrita em alguma materialidade ou testemunho” (2013, p. 119).

Na CC, os pesquisadores desempenham o papel de coletar os rastros para construir os diagramas que representam as dinâmicas de forças nas redes. É crucial registrar minuciosamente as posições e interesses de cada ator envolvido, compreendendo o que cada um defende e quais são suas motivações. Isso auxilia na revelação das motivações que impulsionam as ações dos atores. A criação de mapas visuais é uma parte essencial do processo, representando graficamente a rede de actantes, elementos e suas interações, Venturini (2010) apresenta quatro recomendações para a criação dos mapas de controvérsias.

1) **Evite controvérsias frias.** Como dissemos, podemos chamar de controvérsia qualquer coisa entre a indiferença recíproca e a harmonia total. Ainda assim, as controvérsias são mais bem observadas quando atingem o pico de seu superaquecimento. Se não houver debate ou se o debate for letárgico, se todos os atores concordam com as questões principais e estão dispostos a negociar as menores, então não há uma controvérsia autêntica e a cartografia resultante será enfadonha ou parcial. Boas controvérsias são sempre “quentes”: elas podem envolver um número limitado de atores, mas deve haver alguma ação em andamento.

2) **Evite controvérsias passadas.** As questões devem ser estudadas quando são relevantes e não estão resolvidas. Quando um acordo é alcançado, uma solução é imposta ou a discussão é encerrada de alguma outra forma, as controvérsias perdem rapidamente todo o seu interesse. As questões passadas só podem ser investigadas se a observação puder ser levada de volta ao momento em que a controvérsia estiver ocorrendo.

3) **Evite controvérsias sem limites.** As controvérsias são complexas e, se forem animadas e abertas, tendem a se tornar cada vez mais complexas à medida que mobilizam novos atores e questões. Ao selecionar seu caso de estudo, seja realista e consciente dos recursos. O mapeamento de grandes debates, como o aquecimento global ou os organismos geneticamente modificados, exige muito tempo e trabalho. Como regra geral, quanto mais uma controvérsia estiver restrita a um assunto específico, mais fácil será sua análise.

4) **Evite controvérsias subterrâneas.** Para que uma controvérsia seja observável, ela precisa estar, pelo menos parcialmente, aberta a debates públicos. Questões confidenciais ou classificadas, bem como grupos

sectários ou maçônicos, expõem a cartografia social ao risco de se desviar para teorias da conspiração. O problema não é que poucos atores estejam envolvidos nessas controvérsias, mas que esses atores tenham uma atitude sigilosa. A cartografia de controvérsias foi desenvolvida para mapear o espaço público e tem um desempenho ruim quando aplicada a tópicos subterrâneos (VENTURINI, 2010, p. 7, tradução e grifos nossos)³⁰.

Venturini (2010) oferece quatro recomendações fundamentais para a criação de mapas de controvérsias, visando garantir sua relevância e eficácia, que serão consideradas para o objeto técnico aqui estudado, o livro didático de Física.

Primeiramente, é importante evitar controvérsias que estejam em um estágio de frieza, onde não há um debate ativo e envolvente entre os atores. É relevante escolher debates que estejam em um estágio de atividade, ou seja, quando os atores envolvidos (humanos e não humanos) estão interagindo e gerando discussões significativas. Controvérsias muito frias (ou encerradas) oferecem pouco material para análise. Neste estudo, a controvérsia selecionada diz respeito às ações dos livros didáticos no processo de ensino e aprendizagem. Assim, abordar a interferência dos livros didáticos na compreensão dos alunos e na atuação do docente poderá promover um debate relevante que destaque as dinâmicas e conflitos em torno de seu uso no contexto educativo. Esse enfoque possibilita mapear as diferentes perspectivas e atores envolvidos, promovendo uma visão mais ampla e crítica sobre o tema.

³⁰ 1) Avoid cold controversies. As we said, we may want to call controversy anything between reciprocal indifference and full harmony. Still controversies are best observed when they reach the peak of their overheating. If there is no debate or the debate is lethargic, if all actors agree on the main questions and are willing to negotiate on the minor, then there is no authentic controversy and the resulting cartography will be either boring or partial. Good controversies are always “hot”: they may involve a limited number of actors, but there must be some action going on.

2) Avoid past controversies. Issues should be studied when they are both salient and unresolved. Once an agreement has been reached, a solution has been imposed or the discussion has been closed in some other way, controversies lose rapidly all their interest. Past issues can be investigated only if observation can be moved back to the moment when the controversy was being played out.

3) Avoid boundless controversies. Controversies are complex and, if they are lively and open, they tend to become more and more complex as they mobilize new actors and issues. When selecting your study case, be realistic and resource-aware. Mapping huge debates, such as global warming or genetically modified organisms, requires huge amounts of time and work. As a general rule, the more a controversy is restricted to a specific subject, the easier will be its analysis.

4) Avoid underground controversies. For a controversy to be observable, it has to be, partially at least, open to public debates. Confidential or classified issues as well as sectarian or Masonic groups expose social cartography to the risk of drifting towards conspiracy theories. The problem is not that few actors are involved in these controversies, but that these actors have a secretive attitude. The cartography of controversies was developed to map public space and it performs poorly when applied to underground topic.

Além disso, Venturi (2010) sugere focar em controvérsias que ainda estão em curso e não foram resolvidas. Explorar questões atuais e em aberto, como a influência dos livros didáticos na cultura escolar e na prática docente, pode incentivar uma análise crítica e reflexiva das diversas perspectivas envolvidas na interação entre os livros e os actantes educacionais.

Ao mesmo tempo, é importante evitar controvérsias que sejam muito amplas ou abrangentes demais, pois isso pode dificultar a análise detalhada e a compreensão das interações que o livro didático pode ter com outros actantes no processo educacional. Portanto, ao delimitar o escopo da controvérsia para focar especificamente nas ações dos livros didáticos, o estudo pode fornecer uma análise mais precisa e contextualizada das questões em debate.

Por fim, é recomendável evitar controvérsias subterrâneas ou obscuras, que ocorrem em segredo ou envolvem grupos com uma atitude sigilosa. Escolher controvérsias que sejam transparentes e abertas ao debate público, neste caso, destacando o envolvimento dos livros didáticos com políticas públicas como o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), pode oferecer uma oportunidade para uma análise mais transparente e fundamentada das implicações dos livros na educação. Portanto, seguir essas recomendações ao criar mapas de controvérsias para as ações dos livros didáticos de Física, poderá proporcionar uma análise relevante e significativa de questões em debate no contexto educacional.

Logo, identificar as controvérsias na rede é fundamental. O estudo da dinâmica da controvérsia ao longo do tempo é uma etapa crucial, além de mapear as relações diretas, é importante tentar entender os valores subjacentes e as crenças compartilhadas ou em disputa que influenciam a controvérsia. Isso pode ser representado por meio de cosmogramas, que indicam as orientações culturais ou políticas em jogo.

O mapeamento de controvérsias com base na TAR é uma ferramenta poderosa para entender como as questões sociais, científicas e tecnológicas se desenrolam, destacando como diferentes actantes humanos e não humanos contribuem para moldar a realidade. Essa abordagem pode ser aplicada em diversos campos, desde estudos de ciência e tecnologia, análises de políticas públicas, contexto educacional, oferecendo uma visão única e rica das complexas redes de interações que sustentam as controvérsias.

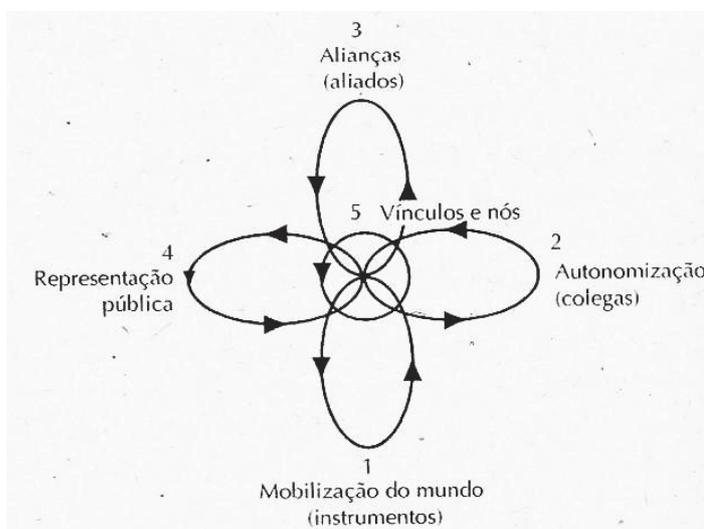
Nesse sentido, a TAR pode fornecer uma perspectiva interessante e abrangente para analisar as dinâmicas complexas no mapeamento de controvérsias para a formação de redes, considerando as múltiplas interações entre os diferentes elementos envolvidos no sistema investigado. Esta análise proporciona uma visão sobre como as dinâmicas entre humanos e os não humanos moldam o contexto social, baseando-se na proposta de Latour (2001) conhecida como “fluxo sanguíneo da ciência”, que delinea o processo de produção e disseminação do conhecimento científico por meio de cinco circuitos, conforme ilustrado na FIGURA 1.

Eis aí *cinco* tipos de atividades que os estudos científicos têm de descrever em primeiro lugar caso pretendam começar a entender, de um modo realista, o que determinada disciplina científica procura: instrumentos, colegas, aliados, público e, finalmente o que eu chamo de *vínculos* ou *nós*, a fim de evitar a bagagem histórica que vem com a expressão “conteúdo conceitual” (LATOURE, 2001, p. 117).

Em uma metáfora, Latour (2001, p. 118) propõe “os cinco diferentes circuitos que os estudos científicos precisam considerar para reconstituir a circulação dos fatos científicos”, visando facilitar a compreensão da complexidade e interconexão de vários elementos no processo científico, caracterizando atividades que não devem ser entendidas de forma isolada.

Assim, “cada uma dessas cinco atividades é tão importante quanto as outras, cada uma nutre-se de si mesma e das demais” (LATOURE, 2001, p. 118), auxiliando o cientista, na obtenção e análise dos dados, para se comunicar de forma oral e escrita os seus resultados e argumentos.

FIGURA 1 – Representação do fluxo sanguíneo da Ciência de Latour (2001).



FONTE: Latour (2001)

O primeiro circuito de mobilização do mundo envolve o uso de ferramentas e instrumentos (tais como categorias, reações, elementos, dados do ambiente circundante). A mobilização é o meio pelo qual os elementos não humanos são conduzidos ao laboratório, transformando-se em representações, “é uma questão de dirigir-se para o mundo, torna-lo móvel, trazê-lo para o local da controvérsia, mantê-lo empenhado e fazê-lo suscetível de argumentação” (LATOUR, 2001, p. 118).

Já, o segundo circuito de autonomização está diretamente ligado ao primeiro, onde o cientista encontra colegas com interesses e objetos de estudo compartilhados. A autonomização refere-se à independência de um grupo de pesquisa, estabelecendo seus próprios critérios de avaliação e relevância, resultando na formação de uma comunidade científica estruturada. Essa comunidade é composta por profissionais que produzem e compartilham conhecimento por meio de produções escritas e trocas de ideias, promovendo convicções ou gerando novas controvérsias (LATOUR, 2001).

Assim surge o terceiro circuito, o de alianças, onde “é possível recrutar para as controvérsias dos cientistas grupos que antes não se relacionavam” (LATOUR, 2001, p. 122). Sem o esforço de envolver o público, os demais circuitos se reduziram a uma viagem imaginária; sem colegas e sem um mundo, e o pesquisador teria pouco valor ou não valeria nada. (LATOUR, 2001).

O quarto circuito é o da representação pública, que abrange a socialização de entidades, instrumentos, de forma a criar um sistema de opiniões em comum. A atenção ao circuito da representação pública da ciência pode ser amplificada “porque a informação não flui simplesmente dos outros três circuitos para o quarto, ela também dá corpo a inúmeras pressuposições dos próprios cientistas sobre seu objeto de estudo” (LATOUR, 2001, p. 125).

Por fim, o quinto circuito, o dos vínculos e nós, que articula e amarra todos os elementos heterogêneos que compõem os outros circuitos. Esse circuito pode ser entendido no que Latour (2001) descreve como caminhos das veias e artérias para chegar no coração palpitante. Sem esse circuito “o mundo não mais seria mobilizável; os colegas se dispersariam em todas as direções; os aliados perderiam o interesse, ocorrendo o mesmo ao público após expressar sua indignação ou indiferença” (LATOUR, 2001, p. 126). Latour (2001) afirma que esse desaparecimento também pode acontecer se um dos outros quatro circuitos fosse eliminado.

A representação dos cinco circuitos – mobilização do mundo, autonomização, alianças, representação pública e vínculos/nós – proporciona uma visão abrangente do processo científico, evidenciando que cada circuito é fundamental, nutrindo-se mutuamente e auxiliando os cientistas na obtenção, análise e comunicação de dados e resultados. Essa metáfora dos circuitos mostra a importância de mobilizar o mundo, estabelecer autonomia, formar alianças, representar publicamente e articular vínculos para manter a vitalidade da atividade científica. Esses circuitos, interconectados, constituem a base essencial para compreender a circulação dos fatos científicos e a dinâmica intrínseca à produção e disseminação do conhecimento, consequentemente os mapeamentos das redes sociotécnicas.

A introdução dos cinco diferentes circuitos para reconstituir a circulação dos fatos científicos na TAR é uma maneira de representar a complexidade do processo científico. Inspirado pela metáfora do fluxo sanguíneo, Latour (2001) criou esses circuitos para destacar as múltiplas etapas e interações envolvidas na produção e na disseminação do conhecimento científico, de modo que se possam visualizar redes sociotécnicas.

Para criar redes sociotécnicas do livro didático de Física utilizando os circuitos propostos por Latour (2001), algumas etapas serão seguidas. Primeiramente, identificam-se os actantes (humanos e não humanos) envolvidos na controvérsia, como autores, editores, professores, alunos, conteúdo do livro, tecnologias de impressão e políticas educacionais. Em seguida, é necessário compreender como o livro mobiliza ações no mundo ao seu redor.

Além disso, é necessário identificar as parcerias e colaborações que sustentam a produção e distribuição do livro, incluindo editoras, instituições de ensino e órgãos governamentais e explorar as ações do livro pelo público em geral. Por fim, é preciso examinar as redes de conexões entre os diferentes actantes e elementos envolvidos no uso do livro, como as relações entre autores e leitores, a interação em sala de aula e o impacto do livro no processo de ensino e aprendizagem.

Ao seguir essas etapas e analisar cada um dos circuitos propostos por Latour (2001), torna-se possível criar uma representação mais detalhada das redes sociotécnicas que envolvem o livro didático de Física. Isso permitirá visualizar as interações complexas entre os diversos actantes da rede, proporcionando uma compreensão mais profunda do papel do livro no contexto educacional e científico.

5 CAMINHOS DA INVESTIGAÇÃO

Analisar e ponderar sobre os currículos, as abordagens de ensino, as ações dos professores e os materiais didáticos empregados no desenvolvimento da disciplina de Física é essencial para garantir que estejam em sintonia com o objetivo de educar indivíduos capazes de compreender o mundo em que vivem e consigam participar ativamente na sociedade. Rosa e Rosa (2005) destacam que, no ensino de Física percebe-se a importância dessa interação social no processo de aprendizagem escolar, já que essa ciência se encontra próxima e presente na realidade do educando.

Assim, “investigar materiais e ferramentas pedagógicas existentes e utilizadas no ensino de Física, em especial nas redes públicas de ensino, tem sua importância para contribuir e compreender a formação de seres pensantes, críticos e atuantes no mundo em que vivem” (SILVA; PORTELA, 2018, p. 64). Um desses objetos técnicos presentes ao longo da história da Educação Básica no Brasil é o livro didático, que desempenha múltiplos papéis no cenário do ensino de Física, influenciando o processo de ensino e aprendizagem e a formação crítica dos estudantes.

A investigação desses objetos permite identificar suas limitações e potencialidades num país com grande diversidade socioeconômica e regional como o Brasil, em que os livros didáticos estão alinhados com as diretrizes curriculares nacionais, como a BNCC, e que nem sempre consideram as especificidades locais. Ao entender como os livros didáticos são utilizados dentro ou fora das salas de aula e como eles impactam o ensino de Física, os profissionais da educação e formuladores de políticas educacionais podem tomar decisões mais informadas para melhorar o ensino e a aprendizagem dessa disciplina, garantindo que os alunos se tornem cidadãos críticos e atuantes.

O livro didático funciona como um objeto técnico de apoio para os professores e é um recurso de aprendizado para os alunos. No entanto, essa função esconde uma série de questionamentos. Primeiro, a padronização imposta pelos livros didáticos pode limitar a autonomia dos professores, obrigando-os a seguir roteiros predefinidos que nem sempre consideram as especificidades e necessidades das diferentes turmas. Além disso, a qualidade e a relevância do conteúdo dos livros didáticos são frequentemente questionados, pois nem sempre refletem a diversidade cultural e regional dos alunos, podendo perpetuar estereótipos e visões de mundo limitadas.

Garcia, Garcia e Pivovar (2007) destacam que os livros didáticos desempenham um papel significativo na organização do trabalho de ensino, muitas vezes sendo utilizados como guias e fontes primárias de informações em sala de aula. Embora se integrem ao desenvolvimento do projeto pedagógico, contribuindo para orientar o planejamento por meio de sugestões de direcionamento e sequências lógicas que aprimoram o processo de ensino e aprendizagem, essa orientação pode ser demasiado rígida, impedindo abordagens pedagógicas mais inovadoras e contextuais. Assim, é importante problematizar o papel do livro didático na Educação Básica, questionando como ele pode ser adaptado e melhorado para realmente atender às necessidades de um ensino de Física que forme indivíduos críticos e preparados para os desafios contemporâneos.

Deste modo, compreender as diversas funções do livro didático, envolve investigar seu processo de inclusão, produção e as relações dessa produção com práticas pedagógicas, editoriais, econômicas e políticas públicas existentes, refletindo em quem o produz, para quem ele é feito, quais interesses ele visa satisfazer e os resultados de seu uso, que resulta na compreensão sobre a relevância desses livros em relação à disciplina de Física.

5.1 AS FUNÇÕES GERAIS DO LIVRO DIDÁTICO PELA ANÁLISE DA TEORIA ATOR-REDE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Teoria Ator-Rede (TAR) destaca-se como uma abordagem que busca observar e descrever o movimento dos actantes (sejam eles humanos ou não humanos) e os impactos resultantes das conexões entre eles, propondo que a sociedade é formada por redes complexas de interações e relações, fazendo com que todos desempenhem ações essenciais na configuração de fenômenos sociais. Nesse contexto, a Educação Básica representa um universo rico em elementos que podem ser considerados actantes em redes sociotécnicas, que modificam procedimentos realizados, alterando as formas e os modos como os sujeitos buscam e produzem conhecimentos, indiciando a formação de redes.

Assim, aplicar a TAR à Educação Básica, implica evidenciar a ação que cada um desses componentes desempenha e suas interações como contribuição à formação e modelagem do sistema educacional como um todo. Neste contexto, Latour (2000) sugere uma abordagem que vai além das dicotomias tradicionais entre natureza e sociedade:

[...] trata de seguir as coisas através das redes em que elas se transportam, descrevê-las em seus enredos — é preciso estudá-las não a partir dos polos da natureza ou da sociedade, com suas respectivas visadas críticas sobre o polo oposto, e sim simetricamente, entre um e outro (LATOURE, 2000, p. 397).

Assim, acredita-se que estudar a Educação Básica considerando as interações e redes complexas que a permeiam, em vez de adotar uma visão polarizada entre elementos como alunos, professores, conteúdo curricular e ambiente escolar, proporciona uma compreensão mais abrangente e integrada do sistema educacional.

Essa abordagem simétrica implica que deve-se analisar a Educação Básica de maneira equitativa, reconhecendo a interdependência entre diferentes elementos e evitando visões simplistas que colocam natureza e sociedade como opostos. Isso pode levar a uma compreensão mais valorizada dos processos educacionais, considerando as complexas relações entre todos os actantes envolvidos no ambiente social em que a educação ocorre.

Latour (2012) reitera a importância de se analisar a sociedade a partir da associação de actantes humanos e não humanos:

Se você puder, com a maior tranquilidade, sustentar que pregar um prego com ou sem um martelo, ferver água com ou sem uma panela, transportar comida com ou sem um cesto, andar na rua com ou sem roupas, zapear a televisão com ou sem o controle remoto, parar um carro com ou sem o freio, fazer um inventário com ou sem uma lista, administrar uma empresa com ou sem a contabilidade são exatamente as mesmas atividades, que a introdução desses implementos comuns não muda nada “de importante” na realização de tarefas, então você está pronto para visitar a Terra Longínqua do Social e desaparecer daqui (LATOURE, 2012, p. 108).

Logo, refletir sobre a naturalização desses objetos nas práticas diárias, desafiando a ideia de que a introdução ou ausência desses implementos não altera nada “de importante” na execução das tarefas, é como se não reconhecêssemos a influência significativa desses objetos técnicos nessas atividades. Assim, a expressão “Terra Longínqua do Social” destaca um lugar distante e talvez idealizado, onde as práticas sociais poderiam ocorrer sem a intervenção direta dos objetos materiais.

No entanto, a conclusão é que, a menos que alguém esteja destinado a esse lugar, os objetos desempenham papéis cruciais na realização de qualquer prática, incluindo as educacionais. Logo, ressalta-se a interdependência entre objetos técnicos e práticas educacionais, sugerindo que, ao considerar o contexto educacional, é essencial reconhecer os papéis significativos dos objetos na configuração e facilitação dessas práticas pedagógicas na Educação Básica.

Fenwick e Edwards³¹ (2010 citado por LEMOS, 2014) apontam que

Giz e livros didáticos, testes e bancos de dados, carteiras de estudante, equipamentos de playground, mesas, boletins...: a educação poderia ser descrita como um conjunto de coisas materiais ou artefatos que estão continuamente distribuídos, geridos e empregados. Os centros pedagógicos são constantemente mediados por coisas materiais. Encontros pedagógicos mudam radicalmente quando as coisas mudam, por exemplo, quando uma apresentação é feita em PowerPoint e não por livro didático, ou em uma viagem de campo, ou quando mesas e cadeiras são retiradas para atividades de aprendizagem para explorar a democracia ou os relacionamentos (FENWICK; EDWARDS, 2010, p. 5).

Os objetos influenciam não apenas as ações e decisões práticas, mas também as políticas educacionais, os processos de aprendizado, o desenvolvimento de currículos e a implementação de outras tecnologias. Além disso, essas coisas não são apenas passivas ou subordinadas às intenções humanas; elas também moldam e alteram essas intenções, influenciando significados, relações, rotinas, memórias e até mesmo a percepção que as pessoas têm de si mesmas.

Assim, reconhecer que os objetos que compõem o ambiente educacional, como carteiras, lousa e giz, livros didáticos, cadernos, internet, entre outros, podem ser actantes que interagem com humanos para proporcionar e expandir conhecimentos, podendo ser híbridos, permitirá que eles sejam percebidos como importantes elementos na trajetória de formação de sujeitos, e essas “relações sociais só são possibilitadas devido à mediação dos indivíduos com os objetos e do homem com a técnica” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 14).

Portanto, admitir que actantes não humanos agem e interferem de modo igualitário ao humano e têm sua representação na rede de articulação na Educação Básica, permitirá verificar em muitos casos a real influência que os objetos técnicos desempenham na organização educacional.

Retiremos artefatos como o quadro negro, o papel, o lápis, as cadeiras, o giz, o mapa, entre outros, até os mais recentes, como o projetor multimídia, a lousa digital, os computadores etc., que têm se incorporado ao ambiente da sala de aula e mediado o processo de ensino-aprendizagem, e vejamos como os ambientes educativos formais sobrevivem (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 14).

Assim, imaginar o contexto educacional sem seus artefatos, considerados “quase” obrigatórios para o mínimo de organização estrutural, por exemplo, da sala

³¹ FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Actor-Network Theory in education**, Routledge, 2010.

de aula padronizada com carteiras e cadeiras enfileiradas com o quadro de giz à frente, utilizado de forma diária pelo professor, que para muitos é a forma de tornar possível o processo de ensino e aprendizagem, leva-nos a reconhecer que “os objetos, além de executarem tarefas práticas, ajudam a estabilizar, mediar, moldar, articular, executar e dar sentido a ação. Eles até nos ajudam a formar identidades” (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 24).

Fenwick e Edwards (2010 citado por LEMOS, 2014) apresentam como exemplo de objeto técnico o livro didático, argumentando

Ele é normalmente tratado como uma ferramenta, mesmo que para teóricos críticos os textos sejam sempre veículos ideológicos de controle e opressão. No entanto, os livros didáticos exercem força em si mesmos. Dependendo de sua forma, eles podem aprovar determinadas atividades pedagógicas, alinhar os currículos através do espaço e do tempo, limitar a liberdade acadêmica do professor, afetar a análise dos estudantes, e, geralmente, podem funcionar como “co-conspiradores” (FENWICK; EDWARDS, 2010, p. 5).

Logo, a compreensão abrangente das múltiplas dimensões pelas quais o livro didático se manifesta como um objeto presente na Educação Básica, válida sua significativa agência na construção do conhecimento e na dinâmica educacional, demonstrando, assim, que o livro desempenha diversos papéis que estão diretamente vinculados às funções que contribuem para a dinâmica do processo educacional. Para Choppin (2020) essa dinâmica tem causas estruturais, como “a definição mesmo do objeto livro didático, a multiplicidade de suas funções, a coexistência de outros suportes educativos e a diversidade de sujeitos envolvidos” (2020, p. 11).

Assim, ao aplicar a TAR à análise das funções dos livros didáticos, podemos examinar como esses objetos interagem com outros actantes no contexto educacional, com “o foco e justamente este, descrever o papel deste objeto no interior da sua rede. Para a compreensão da educação como rede sociotécnica, formada pela associação entre humanos e não humanos” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 51). Segundo Choppin (2004, p. 553), há quatro funções gerais para o livro didático: *função referencial*, *função instrumental*, *função ideológica e cultural*, e *função documental*, e cada uma delas pode desempenhar um ou mais papéis no contexto educacional.

A *função referencial* do livro didático diz respeito ao seu papel como fonte de informação e conhecimento. Ele é utilizado como um ponto de referência para alunos e professores, fornecendo conteúdos estruturados e formas que estão postas em sua inseparabilidade. Este aspecto é fundamental para garantir que o conhecimento

transmitido seja consistente, preciso e de acordo com os padrões acadêmicos e científicos reconhecidos, tornando o livro uma base confiável para o aprendizado.

Na TAR, essa função dos livros didáticos pode ser analisada considerando que eles atuam como mediadores entre diferentes actantes, humanos e não humanos, na rede educacional. Eles são vistos como objetos técnicos que traduzem e articulam conhecimento entre diferentes contextos e agentes. Latour (2001) diz que:

Quando se está de frente para um objeto técnico, isso jamais é o começo, mas o *fim* de um arrastado processo de proliferação de mediadores, processo em que todos os subprogramas pertinentes, encaixados uns nos outros, encontram-se numa tarefa "simples" (LATOURE, 2001, p. 221).

Assim, assume-se que nesta relação os objetos técnicos agem como actantes de mediação pedagógica. Essa concepção pode ser confirmada por Oliveira (2015) levando em consideração alguns aspectos.

Dentre eles, as relações estabelecidas entre os envolvidos, o meio, os modos de negociação entre agentes humanos e não humanos, as condições espaço-temporais, a infraestrutura e as características dos artefatos. Na educação escolar, uma das potencialidades desses agenciamentos é a possibilidade de ampliação da interação entre professores e estudantes para além da sala de aula, melhorando condições de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2016, p. 41).

Dessa forma, o livro didático, em sua função referencial, configura-se como um objeto técnico, cuja presença no ambiente escolar é garantida pelo Programa Nacional dos Livros e dos Materiais Didáticos (PNLD). Esse Programa organiza os conteúdos específicos exigidos por documentos oficiais, fazendo com que o livro didático seja o “resultado de diferentes e sucessivas propostas e ações para definir as relações do Estado com o livro didático brasileiro” (BATISTA, 2001, p. 11). Nesse contexto, o livro didático se estabelece como suporte para conteúdos, conhecimentos, técnicas e habilidades, estando associado ao que é considerado relevante para ser ensinado em um grupo social.

Já a *função instrumental* refere-se ao uso dos livros didáticos como um objeto técnico de ensino e aprendizagem, que inclui e oferece os métodos, técnicas, exercícios e atividades pedagógicas. Esta função auxilia o trabalho dos professores ao proporcionar recursos pedagógicos que ajudam na organização das aulas e no engajamento dos alunos, e também contribui ao oferecer atividades estruturadas que promovem a prática e a aplicação do conhecimento.

Essa função dos livros didáticos está associada à ação dos actantes humanos na mediação pedagógica. Para Mallmann (2010),

A mediação pedagógica se constitui dos enunciados, signos, atributos, translações, composições e delegações próprias do evento ensino-aprendizagem. O sentido da mediação pedagógica no interior das circunstâncias educacionais é proporcionado pelo «faz-fazer» característico dos mediadores como os materiais didáticos que promovem o encontro de professores, estudantes e conhecimentos (MALLMANN, 2010, p. 236).

Logo, os livros didáticos podem ser analisados por meio da TAR examinando como esses objetos técnicos são utilizados como ferramentas por professores e alunos em suas práticas educacionais, considerando actantes que desempenham papéis ativos na mediação do processo de ensino e aprendizagem.

A terceira função geral, a *função ideológica e cultural*, enfatiza que o livro didático transmite valores, normas, crenças e visões de mundo, refletindo e reforçando a cultura e os ideais predominantes na sociedade em que são produzidos. Essa função mostra que o material didático não é neutro; ele carrega ideologias que podem influenciar a formação dos alunos como cidadãos, tornando-se importante para a construção da identidade cultural e social, além de promover a coesão social ao transmitir valores socialmente compartilhados.

Ao considerar o professor, alunos e livros didáticos actantes da rede educacional, pode-se dizer que esses “mediadores provocam e potencializam ações e ao mesmo tempo se modificam com ela. Portanto, só há sentido falar em mediação no interior de uma ação.” (MALLMANN, 2010, p. 234). Dessa forma, a função ideológica e cultural dos livros didáticos, ao influenciar a formação dos alunos, também interage dinamicamente com os outros componentes da rede educacional, destacando a importância da mediação contínua e da adaptação mútua entre professores, alunos e materiais didáticos.

A TAR permite analisar como os livros didáticos atuam nesta transmissão de valores culturais e ideológicos através de sua interação com outros actantes na rede educacional. Por exemplo, um livro didático promove uma determinada visão da história nacional, influenciando a percepção dos alunos sobre eventos históricos e identidades culturais, contribuindo assim para a construção e reprodução de determinadas visões de mundo e identidades sociais.

Por último, a *função documental* diz respeito ao livro didático como um registro das práticas educacionais e dos conteúdos ensinados em um determinado período, que documenta o estado do conhecimento e as abordagens pedagógicas então vigentes. Esta função auxilia na preservação da história educacional e na análise das mudanças e continuidades nos sistemas de ensino ao longo do tempo.

Devido a esta função, os livros didáticos servem também como fontes para pesquisadores que estudam a evolução da educação e das políticas educacionais, tornando-se, assim, actantes em uma rede “pela atuação, que o pesquisador pode observar mediante os rastros deixados por ela” (COUTINHO; VIANA, 2019, p. 21).

Sob a perspectiva da TAR, a função documental dos livros didáticos pode ser examinada considerando como eles registram e documentam práticas educacionais, conhecimento e ideologias em diferentes contextos e momentos históricos, podendo ser vistos como mediadores que contribuem para a construção de narrativas sobre a história da educação e das políticas educacionais.

Estas funções mostram a complexidade e a multifuncionalidade dos livros didáticos, destacando sua importância não apenas como um objeto técnico de ensino, mas também como agentes culturais e ideológicos, além de oferecerem registros documentais da história educacional. Eles podem interferir na formação do pensamento crítico dos alunos, podem ser ferramentas que perpetuam e transformam o social, e refletem as mudanças e continuidades das práticas educacionais ao longo do tempo, contribuindo para a construção de uma memória coletiva e para a análise crítica das evoluções pedagógicas.

Para Choppin (2004, p. 554) “é preciso levar em conta a multiplicidade dos agentes envolvidos em cada uma das etapas que marca a vida de um livro escolar desde sua concepção pelo autor até se descarte pelo professor e, idealmente, sua conservação para as futuras gerações”. Nesse sentido, a TAR oferece uma lente analítica para entender as múltiplas dimensões e interações dos livros didáticos no contexto educacional, considerando-os como actantes sociais ativos em redes complexas de relações sociotécnicas.

5.2 AS CONTROVÉRSIAS DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA TAR

Refletir sobre a importância dos objetos técnicos na construção das relações sociotécnicas na Educação Básica caracteriza-se tanto como uma necessidade quanto um desafio. Isso ocorre porque, muitas vezes, no ambiente educativo, a realidade técnica dos objetos pode ser obscurecida por formalismos deterministas, disfarçados por uma realidade humana. Considerando que, em muitos casos, o contexto educativo é visto como um social que, "por essência, dentro das relações sociais escolares, assim como fora dela, sujeito e indivíduo são sempre entendidos

de forma hierárquica, e o objeto/tecnologia é sempre passivo à ação humana" (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 14), é importante refletir sobre o desenvolvimento desse contexto, que se construiu com a inclusão de objetos técnicos, assim como sobre as controvérsias que eles provocam.

Na compreensão das controvérsias, momentos de disputa e incerteza em que os actantes questionam significados, práticas ou relações, tornando a rede visível, pois os actantes mobilizam argumentos e recursos para estabilizar suas posições e influenciar a configuração da rede. A controvérsia revela como as associações são construídas, permitindo observar os processos de negociação e, eventualmente, a estabilização da rede.

A primeira controvérsia analisada refere-se à presença dos livros didáticos de Física no contexto educacional, financiados pelo Estado, em relação às entidades responsáveis por garantir a presença dos livros neste contexto. A Teoria Ator-Rede (TAR) leva a questionar: quem ou o quê mantém essa presença? Seriam os autores e editores que elaboram os conteúdos, os professores que os utilizam em sala de aula, ou as políticas públicas que garantem sua distribuição? A presença dos livros envolve uma rede complexa de atores e interações. Autores e editores elaboram os conteúdos; políticas públicas definem critérios de seleção e distribuição; professores os utilizam (ou não) em suas práticas pedagógicas. No entanto, essa rede nem sempre funciona de maneira harmoniosa.

Críticas emergem quanto à qualidade dos conteúdos, à adequação dos livros às diferentes realidades escolares e à influência de interesses políticos e comerciais nas escolhas editoriais, destacando a dependência de diversos actantes e redes de interação para que o livro didático cumpra suas funções no contexto educacional. A controvérsia, então, não reside apenas na existência dos livros, mas na complexa rede de agentes humanos e não humanos que sustentam sua presença no cenário educacional, expandindo-se para as tensões entre os diferentes actantes e suas prioridades.

Outras controvérsias surgem quando consideramos os papéis do livro didático de Física na Educação Básica. Fundamentados nas funções propostas por Choppin (2004): *referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental*, a controvérsia central consiste em indagar de que maneira *as ações do livro didático de Física, como um actante, através de suas múltiplas funções, se entrelaçam em uma complexa rede de interesses e actantes no contexto educacional brasileiro, criando tensões e*

interações que garantem sua presença na cultura escolar? Essa indagação faz com que cada função do livro seja contestada, refletindo a diversidade de perspectivas sobre o papel que esse objeto técnico deve desempenhar no processo educativo. A TAR permitirá compreender essa complexidade ao destacar como o livro didático interage e é moldado por uma rede dinâmica de influências e disputas na Educação Básica.

Para analisar tais controvérsias, procurou-se identificar as ações e relações dos livros didáticos com base nos papéis que desempenham, a partir da análise de teses acadêmicas que os consideraram como objeto de investigação, o que caracteriza a pesquisa como bibliográfica.

Esta opção se apoiou no fato de que esses documentos acadêmicos representam trabalhos de pesquisa científica que resultam do esforço de investigação envolvendo estudos independentes, crítica da literatura existente, identificação de lacunas no conhecimento, desenvolvimento de uma metodologia para coletar e analisar dados, apresentação de considerações finais e, por fim, a necessidade não apenas de conduzir uma pesquisa original, mas também de comunicar os resultados e contribuições ao campo acadêmico.

Assim, na primeira etapa foram selecionadas teses no *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES*³² cujas pesquisas tiveram o livro didático de Física como objeto de estudo.

Nesse contexto, partiu-se do princípio que as investigações apresentadas nas teses sobre livros didáticos contribuíram para destacar potenciais papéis e auxiliaram na identificação das interações entre os diversos elementos envolvidos, sejam eles sujeitos ou objetos, o que possibilitará encontrar elementos que influenciam uns aos outros, tais como a agência que criam entre si, assim como as negociações que moldam a construção das relações na realidade educacional no que diz respeito ao livro didático de Física no contexto da educação brasileira.

Como intervalo temporal da busca tomou-se como início o ano de 2009, que corresponde ao momento de inclusão da disciplina de Física no PNL D, até 2018, que marca a última edição do Programa com formatos de livros didáticos organizados

³² O *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES* está disponível no seguinte link: [<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>]. Acesso em: 31 jan. 2024.

disciplinarmente. A opção por usar o PNLD foi feita por ser uma das mais significativas políticas públicas presentes na Educação Básica no Brasil e responsável por disponibilizar gratuitamente livros didáticos para alunos e professores das redes públicas de ensino. Além disso, por fazer parte de uma política pública, ao longo de sua história, tem-se organizado e reproduzido as diretrizes curriculares nacionais.

A opção pelo estudo sobre os papéis dos livros com o marco do PNLD possibilitou ampliar a compreensão das variáveis sócio-econômico-culturais envolvidas na implementação deste Programa na Educação Básica, que resulta de interações econômicas, sociais e culturais, estabelecendo uma conexão entre o governo, as instituições educacionais, os profissionais da educação, e os alunos. Estas conexões podem ilustrar como esses atores desempenham um papel importante na efetivação e eficácia do PNLD, influenciando o acesso, a relevância e a distribuição dos livros didáticos.

5.2.1 A escolha e análise das teses

Analisar teses que têm o livro didático de Física como objeto de estudo é relevante por várias razões. Primeiramente, contribuem significativamente para a pesquisa acadêmica, uma vez que essas teses representam um nível complexo de investigação, proporcionando novos entendimentos sobre o estado atual do conhecimento no que diz respeito a esse tema. E, também, aprofundam a compreensão e promovem uma análise crítica de questões relacionadas aos livros didáticos.

Além disso, os resultados e considerações presentes nas teses, além das possíveis inferências resultantes das análises realizadas sobre elas, podem ter implicações práticas significativas no contexto do ensino de Física, podendo contribuir para o aprimoramento do desenvolvimento desse material didático e para a melhoria das estratégias pedagógicas nele empregadas. Como consequência, as pesquisas realizadas nessas teses podem influenciar a qualidade e a adequação dos livros didáticos, tornando-os recursos de ensino ainda mais eficientes.

As pesquisas também podem servir como embasamento para o desenvolvimento de políticas educacionais, aprimorar os currículos escolares e apoiar a tomada de decisões no âmbito da Educação Básica.

Em síntese, a escolha de análise de teses que se dedicam ao estudo do livro didático de Física tem o potencial de avançar o conhecimento nessa temática e

promover práticas de ensino com mais qualidade e em busca de mais igualdade no cenário educacional.

Neste contexto, é relevante considerar as palavras de Sousa, Oliveira e Alves (2021, p. 66), quando ponderam que a pesquisa bibliográfica “baseia-se no estudo da teoria já publicada, assim é fundamental que o pesquisador se aproprie no domínio da leitura do conhecimento e sistematize todo o material que está sendo analisado”, e se constitui numa etapa fundamental para assegurar a obtenção de materiais relevantes e confiáveis para a condução do estudo.

O processo de seleção de documentos teve início com a escolha da base de dados de referência. Optou-se por utilizar o *Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES* devido à sua qualidade como um sistema online que centraliza informações sobre teses e dissertações elaboradas por instituições de Ensino Superior no Brasil. Esse catálogo possibilita o acesso a uma ampla gama de trabalhos acadêmicos e de pesquisa, o que o torna uma rica fonte de informações.

Aplicando-se o processo de seleção nesse Catálogo, preliminarmente fez-se uma busca tomando como motor de busca apenas as palavras-chave “Livro didático de Física” e indicada a opção “Tipo: Doutorado”. Como resultado, foram obtidas 16 teses potenciais, que foram organizadas no QUADRO 2 na mesma ordem em que se apresentam na base de dados.

QUADRO 2 – BUSCA: “Livro Didático de Física”

1. LEITE, A. E. O livro didático de Física e a Formação de professores: passos e descompassos, 2013. 216 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2013.
2. GOMES, L. C. Representação Social dos autores de livros didáticos de Física sobre o conceito calor, 2012. 199 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, UEM-PPGECM, Maringá, 2012.
3. MARTINS, A. A. Artefato da Cultura Escolar ou mercadoria? A escolha do livro didático de Física em análise, 2014. 174 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2014.
4. SOUZA, T. L. de. Objetos educacionais virtuais em livros didáticos de física: limites e potencialidades, 2019 126 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Uberlândia: UFU-PPGE, Uberlândia, 2019.
5. SILVEIRA, W. de P. Formações imaginárias de autores de livros didáticos de Física presentes em propostas de atividades experimentais para o Ensino Médio, 2018. 250f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. UEP-PPGEC, Bauru, 2018.
6. CAPAI, H. D. Fotografia na Educação: Diálogos visíveis e invisíveis. 2010, 181 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro: UNIRIO-PPGE, Rio de Janeiro, 2010.
7. CARVALHO, C. Do livro didático de Física do Ensino Superior ao do Ensino Médio: Influências, aproximações e afastamentos, 2018. 179f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2018.

8. ASSUMPCAO, A. M. de. Entrelaçamentos entre leitura de imagens de estudantes de Pedagogia. 2019, 218 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro: UNIRIO-PPGE, Rio de Janeiro, 2019.
9. CALADO, H. de C. O ENEM como política curricular: refrações possíveis nas histórias de autores de livros didáticos de Física. 2021, 244 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas: UEC-PPGE, Campinas, 2021.
10. ROCHA, T. U. Entre a tradição e a Ressignificação da Física Escolar: A história da Ciência presente nos livros didáticos de Física do PNLD. 2019, 371 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2019.
11. MONTEIRO, M. A. Discursos de professores e de livros didáticos de Física no nível médio em abordagens sobre o ensino de Física Moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais, 2010. 440f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, PPGE-UNESP, Bauru, 2010.
12. MACHADO, J. L. M. O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de física. A leitura no ensino superior. 2001, 214 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas: UEC-PPGE, Campinas, 2001.
13. TAVARES, L. de A. Linguagem Visual e Ciência, 2010. 109 f. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-PEPGHC, São Paulo, 2010.
14. ALVES, E. G. Utilizando o eye-tracking para caracterizar os caminhos de leitura em textos multimodais de Física, 2020, 219 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais: UFMG-PPGE, Belo Horizonte, 2020.
15. ERROBIART, N. C. G.. O Estudo qualitativo das transformações pelas quais passam os saberes até chegarem à sala de aula no conteúdo da Física Ondulatória, 2010. 170 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS-PPGE, Campo Grande, 2010.
16. ALMEIDA, D. P. G. de. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: o livro didático e as representações sociais de docentes. 2019, 271 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo: USP- PPGE, São Paulo, 2019.

FONTE: A autora (2023)

Após essa primeira busca, outro critério adicional foi aplicado: o marco temporal do PNLD da presença do livro didático de Física. Isso significa que as teses selecionadas deveriam ter sido publicadas no período compreendido entre o ano de 2009, quando ocorreu a inclusão do livro de Física no PNLD, e o ano de 2018, quando houve a descontinuidade de livros por disciplina no programa. Conseqüentemente, com esse novo critério, oito das teses listadas no QUADRO 3 foram excluídas.

QUADRO 3 – Exclusão de Teses pelo marco temporal

4. SOUZA, T. L. de. Objetos educacionais virtuais em livros didáticos de física: limites e potencialidades, 2019 126 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Uberlândia: UFU-PPGE, Uberlândia, 2019.
6. CAPAI, H. D. Fotografia na Educação: Diálogos visíveis e invisíveis. 2010, 181 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro: UNIRIO-PPGE, Rio de Janeiro, 2010.
8. ASSUMPCAO, A. M. de. Entrelaçamentos entre leitura de imagens de estudantes de Pedagogia. 2019, 218 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro: UNIRIO-PPGE, Rio de Janeiro, 2019.
9. CALADO, H. de C. O ENEM como política curricular: refrações possíveis nas histórias de autores de livros didáticos de Física. 2021, 244 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas: UEC-PPGE, Campinas, 2021.

10. ROCHA, T. U. Entre a tradição e a Ressignificação da Física Escolar: A história da Ciência presente nos livros didáticos de Física do PNL D. 2019, 371 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2019
12. MACHADO, J. L. M. O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de física. A leitura no ensino superior. 2001, 214 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas: UEC-PPGE, Campinas, 2001.
14. ALVES, E. G. Utilizando o eye-tracking para caracterizar os caminhos de leitura em textos multimodais de Física, 2020, 219 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Minas Gerais: UFMG-PPGE, Belo Horizonte, 2020.
16. ALMEIDA, D. P. G. de. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: o livro didático e as representações sociais de docentes. 2019, 271 f. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo: USP- PPGE, São Paulo, 2019.

FONTE: A autora (2023)

Após a aplicação desse segundo critério, um total de oito trabalhos foram analisados. Esses trabalhos foram posteriormente organizados no QUADRO 4 com base no ano de sua primeira publicação, seguindo uma ordem cronológica que será mantida durante as análises subsequentes.

QUADRO 4 – Teses selecionada para análise

MONTEIRO, M. A. Discursos de professores e de livros didáticos de Física no nível médio em abordagens sobre o ensino de Física Moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais, 2010. 440f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, PPGE-UNESP, Bauru, 2010.
TAVARES, L. de A. Linguagem Visual e Ciência, 2010. 109 f. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-PEPGHC, São Paulo, 2010.
ERROBIART, N. C. G.. O Estudo qualitativo das transformações pelas quais passam os saberes até chegarem à sala de aula no conteúdo da Física Ondulatória, 2010. 170 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS-PPGE, Campo Grande, 2010.
GOMES, L. C. Representação Social dos autores de livros didáticos de Física sobre o conceito calor, 2012. 199 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, UEM-PPGECM, Maringá, 2012.
LEITE, A. E. O livro didático de Física e a Formação de professores: passos e descompassos, 2013. 216 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2013.
MARTINS, A. A. Artefato da Cultura Escolar ou mercadoria? A escolha do livro didático de Física em análise, 2014. 174 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2014.
SILVEIRA, W. de P. Formações imaginárias de autores de livros didáticos de Física presentes em propostas de atividades experimentais para o Ensino Médio, 2018. 250f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. UEP-PPGEC, Bauru, 2018.
CARVALHO, C. Do livro didático de Física do Ensino Superior ao do Ensino Médio: Influências, aproximações e afastamentos, 2018. 179f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2018.

FONTE: A autora (2023)

Após a organização do QUADRO 4, foi feita uma leitura flutuante das teses selecionadas para estabelecer o primeiro contato com os documentos que foram submetidos a análises subsequentes. O objetivo foi identificar aspectos relevantes que

pudessem orientar a organização dos dados de maneira mais clara e fácil de serem identificados, sendo o principal foco a presença do livro didático de Física na pesquisa. Essa primeira leitura foi necessária para definir o caminho metodológico a ser seguido e proporcionar um panorama das pesquisas, facilitando a compreensão para as análises subsequentes.

A pesquisa em foco pressupõe uma análise detalhada das teses com interesse no livro didático de Física como objeto de estudo, visando encontrar e compreender seus papéis no processo educacional. Isso implica uma investigação aprofundada sobre como o conceito de “papel” está intrinsecamente ligado a funções desempenhadas pelo livro didático no ensino de Física, incluindo a exploração de seu impacto social e a assimilação de comportamentos e normas de acordo com sua relevância na sociedade na qual está inserido.

Para analisar as teses selecionadas no QUADRO 4, em primeiro lugar, foram estabelecidos de forma clara os objetivos da análise, definindo o que se almeja conquistar por meio dessa abordagem. Isso pode incluir a identificação de temas, padrões de argumentação, o uso da linguagem, elementos de retórica e outros fatores pertinentes à pesquisa. Neste estudo, esses aspectos foram explorados na compreensão dos papéis dos livros didáticos de Física diante de suas funções na Educação Básica, proporcionando uma contextualização do entendimento da atuação de um material didático no processo educacional.

Assim, buscou-se um entendimento das teses, realizando uma leitura minuciosa para compreender o contexto, os objetivos da pesquisa e a estrutura, a fim de obter uma visão geral do conteúdo antes de avançar com a análise. A explanação dos estudos presentes nas teses foi subdividida em seções menores, criando subseções correspondentes a cada tese selecionada. A explanação se concentrou na compreensão da atuação desempenhada pelo livro didático no contexto da pesquisa, identificando quaisquer ações relevantes, registrando observações e informações significativas ao longo do processo.

Na busca das ações e relações dos livros nas pesquisas, foram identificados os padrões que surgem de forma recorrente e os temas que emergiram à medida que se destacaram na análise da presença do livro didático na pesquisa, ao contexto e à estrutura do discurso. Isso foi seguido por uma reflexão crítica, envolvendo a avaliação das conexões entre os temas identificados, a influência das escolhas linguísticas feitas pelo autor e a coerência do argumento apresentado. O objetivo final foi interpretar

como o livro didático de Física está presente na tese e sua participação no estudo, assim como identificar os papéis que representa e os elementos com os quais se articulam.

Nesta perspectiva, tornou-se evidente que as disputas em torno do livro didático não se limitam apenas ao seu conteúdo, mas também envolvem questões mais amplas sobre representação, diversidade e acesso ao conhecimento. Diante dessa complexidade, a aplicação da Cartografia de Controvérsias (CC) emerge como uma ferramenta para mapear as relações entre esses elementos, permitindo reconhecer a multiplicidade de vozes e interesses que moldam o livro didático no cenário educacional.

5.3 A CARTOGRAFIA DE CONTROVÉRSIAS E O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

A Teoria Ator-Rede (TAR) propõe uma abordagem para lidar com as controvérsias, concentrando-se nas interações e na organização dos actantes (sejam humanos ou não) em redes. Para aplicar a TAR na análise de uma controvérsia, é essencial identificar todos os actantes envolvidos nela. Em seguida, é necessário mapear as redes de interações entre esses actantes por meio da Cartografia de Controvérsias (CC), compreendendo suas conexões e o impacto de suas interações na controvérsia.

Tommaso Venturini, um sociólogo que colaborou com Bruno Latour, sugere que cartografar controvérsias significa abraçar a incerteza, em vez de impor uma visão predefinida sobre como o mundo deve ser (VENTURINI, 2010). Em outras palavras, é necessário explorar a realidade de maneira aberta, permitindo que as incertezas persistam, para evitar reagrupá-las prematuramente. Nesse contexto, a investigação buscará entender a complexa realidade objetiva mobilizando uma variedade de elementos e entidades (LATOURE, 2012).

Venturini (2010) identifica a CC como a versão didática e metodológica da TAR, que se apresenta como um conjunto de técnicas para mapear, ou seja, explorar e visualizar polêmicas e controvérsias, em sua maioria relacionadas às questões técnico-científicas. Logo, torna-se um processo investigativo com potencial para equacionar conflitos entre os envolvidos em uma controvérsia do social, conseguindo mapear e rastrear, na observação da fabricação do mundo, visto que a partir das controvérsias a vida coletiva é feita e desfeita.

Assim, “as Cartografias de Controvérsias nada mais são do que formas de desenhar a distribuição das ações, de seguir os actantes, de visualizar os fluxos da mediação e agenciamentos” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 70). Venturini (2010) diz que para realizar uma CC com abordagem da TAR é necessário seguir três mandamentos. O primeiro, não se deve restringir a observação a uma única metodologia. O segundo, deve-se observar a partir do maior número de pontos de vista diferentes possíveis. O terceiro, deve-se ouvir os actantes mais do que suas próprias presunções teóricas.

Portanto, a aplicação da TAR pela CC na análise do livro didático de Física na Educação Básica brasileira pode revelar as redes de interações e interesses que moldam as práticas educacionais. Seguindo os mandamentos de Venturini (2010) para CC, na análise que será feita, não será restringida a observação a uma única metodologia, sendo buscadas as ações dos livros didáticos pelas funções gerais de Choppin (2004) em teses que trouxeram o livro como objeto de investigação.

Nesse sentido, as teses selecionadas no QUADRO 4, dentro do tempo disponível, permitiram a observação de inúmeros e diferentes pontos de vista. E, na busca de compreender as diversas narrativas e perspectivas em torno das ações do livro didático como um actante ativo, a fundamentação teórica e as análises das teses, deixaram os actantes falarem por si, caminhando para além de suas próprias presunções teóricas.

Assim, a CC permitiu uma compreensão de como o livro didático interage e é moldado por uma série de fatores, incluindo políticas governamentais, interesses comerciais, ideologias educacionais e demandas da sociedade. Essa abordagem revela as múltiplas camadas de poder e influência que permeiam o cenário educacional, desafiando visões simplistas do papel do livro didático na transmissão do conhecimento.

Na construção da CC, foi utilizada a metáfora do fluxo sanguíneo da ciência de Latour (2001) para criar cartografias mapeando as complexas interações e dinâmicas presentes em debates dos livros. Segundo Latour (2001), o conhecimento científico é entendido como algo dinâmico, que circula e se transforma constantemente nas redes de atores e fatores. Essa perspectiva é fundamental para a CC representar graficamente as disputas e as interações em torno de questões controversas.

A metáfora do fluxo sanguíneo, a partir do sistema de circuitos, é particularmente útil para caracterizar as redes. Latour afirma que

Seguindo as trilhas da circulação dos fatos, saberemos reconstruir, vaso após vaso, o sistema circulatório completo da ciência. A noção de uma ciência isolada do restante da sociedade se tornará tão absurda quanto a ideia de um sistema arterial desconectado do sistema venoso. Mesmo a noção de um “coração” conceitual da ciência assumirá um sentido completamente novo depois de começarmos a examinar a farta vascularização que dá vida às disciplinas científicas (LATOURETTE, 2001, p.97).

Assim, os cinco circuitos – instrumentos, colegas, aliados, representação pública e vínculos/nós – interconectados auxiliaram no mapeamento das informações, dados e ideias que circulam entre os actantes, facilitando identificar as fontes de informação e como a informação se propaga através da rede sociotécnica.

Além disso, foi possível identificar as posições e argumentos dos diferentes actantes, pois cada grupo de actantes terá suas próprias posições e argumentos em relação à controvérsia. Listar esses argumentos ajuda a entender os pontos de vista em conflito, avaliar a influência e o poder de cada actante na controvérsia, logo, “pensar as redes implica também *pensar com a rede*” (PEDRO, 2008, p. 2).

A criação de uma visualização da controvérsia, como diagramas de rede ou mapas conceituais, permitiu uma representação das interações entre os actantes, os fluxos de informação e as posições adotadas. Incluir uma dimensão temporal poderá mostrar como a controvérsia evoluiu ao longo do tempo, proporcionando uma visão dinâmica da disputa.

Por fim, a análise crítica dos dados coletados e da cartografia resultante revelou os principais pontos de tensão e possíveis áreas de consenso ou negociação. Utilizando a metáfora do fluxo sanguíneo, foi possível refletir sobre a natureza dinâmica e fluida do conhecimento na controvérsia, destacando como ele é produzido, negociado e transformado em um contexto de múltiplos interesses e influências. Esta abordagem permitiu uma compreensão profunda da complexidade das controvérsias, oferecendo uma visão detalhada de como o conhecimento circula e

[...] para além de investigar as articulações que uma perspectiva de redes permite vislumbrar – tomando, neste caso, a rede como uma espécie de modelo ou ponto de vista diferenciado sobre um determinado objeto; ou, ainda, explorar as formas diferenciadas de interação que as novas redes sociotécnicas têm propiciado (PEDRO, 2008, p. 2).

Para criar um mapa de redes sociotécnicas utilizando os cinco circuitos foram seguidas algumas etapas. Primeiramente, foram identificados os actantes (humanos e não humanos) envolvidos no processo. Em seguida, foi examinado como esses actantes mobilizam o mundo ao seu redor, observando suas interações com o

ambiente e práticas. Dessa forma, foram identificadas diferentes conexões e colaborações entre os actantes da rede, como parcerias, acordos e interações sociais que influenciam o curso da pesquisa e a disseminação do conhecimento científico. Por fim, foram mapeados e examinados as formações de redes e conexões entre os diferentes actantes, identificando os laços sociais, técnicos e políticos que sustentam e influenciam a produção e circulação do conhecimento científico.

Ao seguir essas etapas e analisar a partir dos cinco circuitos propostos por Latour (2001), foi possível criar um mapa detalhado das redes sociotécnicas envolvidas no processo em questão, o que permitiu visualizar as interações complexas entre os diferentes atores e elementos da rede, proporcionando uma compreensão mais profunda dos padrões e dinâmicas que influenciam o desenvolvimento e a disseminação do conhecimento científico.

Na sequência serão apresentadas as análises das teses, selecionadas no QUADRO 4, que tiveram o livro como objeto de investigação, para compreender as ações dos livros didáticos de diversas visões e suas múltiplas funções na Educação Básica.

6 O LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA COMO OBJETO DE INVESTIGAÇÃO

A análise das teses apoiou-se nos pressupostos da pesquisa bibliográfica, o que permitiu identificar as camadas de significados presentes em cada uma, no sentido de encontrar as atuações do livro didático e as conexões com outros agentes durante o processo.

Por meio da aplicação da pesquisa bibliográfica aos conteúdos dos textos das teses, foi possível identificar padrões, temas, significados e nuances nos discursos presentes no livro didático de Física, permitindo verificar como o autor utilizou a linguagem para construir significados, argumentações e perspectivas, e como esses elementos contribuem para a mensagem global transmitida pelo livro didático.

A forma de apresentar as análises das teses do QUADRO 4, foi em subseções, oferecendo uma visão geral, bem como uma compreensão dos aspectos específicos de cada uma delas em relação ao livro didático de Física. A identificação de cada uma das teses analisadas será feita pelo sobrenome do/a autor/a junto ao ano de publicação, conforme as normas para trabalhos acadêmicos.

6.1 TESE 1 – Discursos de professores e de livros didáticos de física no nível médio em abordagens sobre o ensino da Física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais³³

A primeira tese analisada foi defendida na Universidade Estadual Paulista em 2010, por Maria Amélia Monteiro, que será citada como Monteiro (2010). A autora optou por analisar os discursos de um grupo de professores de Física que receberam sua formação básica na mesma universidade pública, localizada em uma capital do Nordeste brasileiro. Entrevistas foram conduzidas com todos os membros do grupo, que estavam, no momento, trabalhando como professores de Física no Ensino Médio. Além dos dados obtidos pelas entrevistas, faziam parte do corpus desta pesquisa os discursos que emergiram das abordagens sobre Física Moderna e Contemporânea presentes nos livros didáticos recomendados por esses professores entrevistados.

³³ MONTEIRO, M. A. Discursos de professores e de livros didáticos de Física no nível médio em abordagens sobre o ensino de Física Moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais, 2010. 440f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, PPGE-UNESP, Bauru, 2010 [<http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/102055>].

O centro da investigação em relação ao livro didático concentrou-se na sua relevância para a educação científica, explorando de que maneira os livros didáticos poderiam afetar o processo de aprendizagem dos estudantes e as abordagens adotadas pelos professores diante do conteúdo de Física Moderna e Contemporânea.

De acordo com a autora “apesar das várias sugestões para a diversificação dos materiais didáticos, o intenso uso do livro didático pelos estudantes é percebido como consequência da dificuldade de acesso a outros materiais didáticos” (2010, p. 44), evidenciando a intensidade de uso do livro didático pelos estudantes em relação a outros recursos. A pesquisa também argumentou que o livro didático tem se apresentado como um instrumento do qual o professor não pode prescindir, tendo em vista que tal recurso apresenta-se como uma alternativa para auxiliá-lo a desenvolver atividades que, com a grande quantidade de aulas que tem que ministrar, não seria possível fazê-las. Monteiro (2010), entretanto, diz que uma forma de utilizar os livros didáticos com mais eficiência seria complementá-los com outros materiais e recursos, como aulas práticas, experimentos, vídeos, jogos educativos, entre outros, para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

A autora constatou em suas análises que os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea nos livros didáticos se apresentam nos capítulos finais, e como resultado da análise sugeriu a possibilidade de autores dos livros mesclarem os temas da Física Clássica com a Moderna e Contemporânea, argumentando que isso poderia superar algumas limitações temporais. Sugere também que alguns conteúdos da Física Clássica poderiam ser descartados nos planos de ensino, abrindo a possibilidade para o desenvolvimento de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Assim, acredita que essa forma de abordagem traria mais equilíbrio e adequação entre a Física Clássica e a Moderna e Contemporânea.

Ela afirma que a “importância que o livro didático ocupa no contexto educacional brasileiro é a legitimidade dispensada ao mesmo no contexto das políticas públicas” (2010, p. 42), destacando a existência do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), como um programa do governo brasileiro que visa à distribuição de livros didáticos a estudantes da Educação Básica em escolas públicas federais, estaduais, municipais e territoriais brasileiras. Também menciona que, devido ao artigo 208 da Constituição, a distribuição do livro didático tornou-se obrigatória, tendo em vista que a mesma requer programas suplementares de

atendimento ao educando, como material didático, transporte, alimentação e assistência à saúde.

Logo, pode-se concluir que as políticas públicas podem contribuir para a melhoria da qualidade dos livros didáticos utilizados nas escolas. Um exemplo disso é o PNLD, por meio do qual o Estado pode direcionar recursos para programas de capacitação de professores, permitindo que eles utilizem os livros didáticos de maneira mais eficaz e os complementem com outros materiais e recursos educacionais.

Outro fator que pode ser destacado é que a escolha dos livros didáticos analisados na pesquisa, que foi feita a partir das recomendações dos professores entrevistados, e foram livros que costumeiramente eles recomendam aos seus estudantes. Monteiro (2010) procurou os distribuidores/representantes editoriais com o objetivo de obter as edições mais recentes de cada livro, o que permitiu que fosse feita análise e interpretações de oito livros didáticos.

Para Monteiro (2010) a análise e interpretação dos discursos presentes nos livros didáticos sobre a Física Moderna e Contemporânea apresenta uma visão geral sobre a forma como os autores desses livros abordam o ensino da Física. Os autores buscam oferecer uma formação básica ampla, contextualizada e atualizada, que atenda às necessidades dos alunos e que estejam em conformidade com as diretrizes dos exames vestibulares. Para isso, os livros apresentam uma estrutura organizacional constituída por unidades e capítulos, que aborda temas como Eletricidade, Magnetismo, Física Moderna e Contemporânea. Além disso, os autores procuram tornar o ensino da Física mais dinâmico e interessante para os alunos, utilizando exemplos práticos e experimentos que possam ser realizados em sala de aula.

Nas análises, Monteiro (2010) diz que os autores buscaram apresentar a Física como uma ciência em constante evolução, que está sempre em busca de novas descobertas e soluções para os problemas do mundo moderno. Em resumo, a análise e interpretação dos discursos presentes nos livros didáticos sobre a Física Moderna e Contemporânea mostram que os autores desses livros estão comprometidos em oferecer uma formação de qualidade aos alunos, que os prepare para os desafios do mundo contemporâneo e os ajude a compreender melhor o funcionamento do universo.

Porém, a autora reflete sobre a necessidade de ir além do formalismo e da repetição do ensino de Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica. Ao analisar oito livros didáticos de Física utilizados nas escolas e constatar que as abordagens da Física Moderna e Contemporânea costumam ser apresentadas ao final do currículo, após tópicos de Física Clássica, nota-se que não há discussões adequadas dos limites das duas áreas. O conteúdo da Física Moderna e Contemporânea abordado nos livros didáticos é geralmente limitado, com pouca ou nenhuma menção a conceitos da Física contemporânea, como Teoria das Cordas e Caos.

Verificou também que os livros didáticos priorizam as explicações conceituais em detrimento das aplicações tecnológicas e não incorporam os aspectos sociais e culturais da ciência, o que, para Monteiro (2010), a “constatação acima é um contra-senso, haja vista a valoração do livro didático no contexto educacional brasileiro, e a crescente expansão de políticas públicas voltadas para este setor” (2010, p. 374). Ela também recomenda que os responsáveis pelas políticas públicas estabeleçam critérios alternativos para avaliar os livros didáticos, especialmente no que diz respeito à Física Moderna e Contemporânea, afirmando que, caso contrário, os livros destinados ao Ensino Médio no Brasil continuarão a perpetuar antigas abordagens sobre esse conteúdo³⁴.

6.2 TESE 2 – Linguagem visual e ciência³⁵

A segunda tese, intitulada "Linguagem Visual e Ciência," defendida por Luciano de Abreu Tavares em 2010, que será citado como Tavares (2010), fundamentou sua pesquisa com a ideia de que, da mesma forma que uma página de um livro pode conter informações cruciais por meio de diferentes imagens, o mesmo princípio se aplica ao estudo das imagens em livros didáticos, evidenciando a capacidade das imagens de transmitir conhecimento, fator observado desde os estudos iniciais do

³⁴ Destaca-se que a análise se refere ao período do PNLEM, que corresponde à primeira edição de livros didáticos de Física para a Educação Básica. Nesta nota, nossa atenção está concentrada exclusivamente na análise da tese em questão.

³⁵ TAVARES, L. de A. Linguagem Visual e Ciência, 2010. 109 f. Tese (Doutorado) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-PEPGHC, São Paulo, 2010 [<https://repositorio.pucsp.br/jspui/handle/handle/13448>].

autor, revelando mudanças e adaptações ao longo do tempo. Esta capacidade abrange desde a introdução de símbolos e signos gráficos até a simplificação da representação das imagens por meio de esquemas.

Tavares (2010) aborda em seu primeiro capítulo, um breve contexto histórico das imagens em livros didáticos de Física, iniciando pelo utilizado no Colégio Pedro II para o ensino secundário que passou por diversas transformações desde 1850 a 1931. Como destaque de autoria de livros apareceu consistentemente no contexto da disciplina de física: Adolphe Ganot, um renomado professor de física e matemática em Paris, conhecido por sua obra "Traité élémentaire de Physique Expérimentale et Appliquée", que ganhou ampla circulação na Europa ao longo do século XIX e início do século XX, chegando no contexto educacional brasileiro.

Ao comparar diferentes edições do livro de Ganot, para Tavares (2010) tornou-se evidente que o número de ilustrações aumentou ao longo do tempo e ocorreram pequenas alterações no conteúdo, com acréscimos de texto e inserções de imagens nas edições posteriores. Em decorrência da persistência das obras de Ganot, vários outros autores se deixaram inspirar por seu trabalho, incluindo suas ilustrações em seus próprios livros didáticos (TAVARES, 2010).

Tavares (2010) afirma que "as imagens são importantes para um livro didático. Numa pesquisa em História da Ciência, a qualidade da impressão de uma imagem ou de um conjunto de imagens pode oferecer muitas informações" (2010, p. 25). Assim o uso de imagens nos livros didáticos de Física vem desempenhando um papel fundamental nas explicações, por exemplo, de processos laboratoriais e na familiarização dos alunos com os equipamentos utilizados.

A pesquisa identificou que diferentes manuais adotaram abordagens variadas no que diz respeito ao posicionamento e ao layout das imagens. Em alguns casos, as imagens foram integradas ao texto, enquanto, em outros, foram agrupadas no final dos capítulos ou do livro como um todo. De forma geral, as ilustrações desempenharam um papel crucial na representação visual e na compreensão dos conceitos de Física.

Na sequência, discutiu as imagens em livros didáticos de Física, focando na técnica da xilogravura de topo, comumente empregada no final do século XIX. Essa técnica permitiu a produção de imagens altamente detalhadas e precisas, semelhantes às produzidas em gravuras metálicas. As imagens tinham como objetivo representar a realidade com precisão e foram consideradas como documentos

próximos da verdade. Vários métodos foram utilizados para aprimorar a linguagem visual das imagens, incluindo o uso de desenhos geométricos, cortes nas imagens para transmitir informações adicionais, simplificação de linhas para melhor reprodução e adição de legendas para identificação. Tavares (2010) destacou duas vantagens básicas na produção de imagens por xilogravura nos livros didáticos:

A primeira é que, por se tratar de uma matriz xilográfica onde a imagem que será impressa fica em alto-relevo – que é uma característica dos tipos móveis de impressão – a matriz pode ser impressa junto ao texto, facilitando a impressão da obra já que não será necessário nem papel e nem tinta diferenciada. A segunda é que a xilogravura de topo oferece características de detalhamento e precisão na produção das imagens semelhantes às imagens produzidas em gravura em metal (TAVARES, 2010, p. 33).

Para o autor, a precisão na representação da natureza por meio da xilogravura era fundamental, uma vez que as imagens deviam refletir fielmente a realidade. A pesquisa também destaca a importância da reprodução fiel das imagens e aborda seus desafios, como o uso da reticulação e o impacto do papel, da tinta e do processo de impressão na qualidade da imagem.

A pesquisa enfatiza a importância da análise das imagens científicas nos estudos da História da Ciência. O autor destaca a necessidade de compreender a autoria dos livros didáticos de Física do século XIX e até o início do século XX, assim como as técnicas e suportes utilizados na impressão e a linguagem visual das imagens. Ao analisar as alterações que as imagens podem sofrer durante as edições dos livros, como eliminação de informações e redesenho, também são mencionadas que as imagens podem ter origens em diferentes fontes.

Tavares (2010) conclui que a organização e edição de uma obra são influenciadas pela técnica de impressão, e é importante compreender as limitações e possibilidades dos meios nela usada. A linguagem visual, incluindo desenho artístico, técnico e geométrico, é utilizada estrategicamente na composição das imagens nos livros didáticos de Física, mas, em alguns casos, como as representações de magnetismo e eletricidade, as observações, registros e imagens mentais dos cientistas também são necessários, evidenciando a necessidade da análise dos recursos técnicos disponíveis, a visão de ciência da época e a linguagem visual das imagens é relevante para compreensão e estudos da História da Ciência.

6.3 TESE 3 – O estudo qualitativo das transformações pelas quais passam os saberes até chegarem à sala de aula no conteúdo da física ondulatória³⁶

A terceira tese, também defendida em 2010, de autoria de Nádia Cristina Guimarães Errobidart, que será citada como Errobidart (2010), teve sua pesquisa iniciada a partir da concepção e implementação de projetos de pesquisa conduzidos pelo Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências (GINPEC) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Estes projetos estavam diretamente ligados a indagações apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio, focando aspectos do processo de transposição didática e o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao tema estruturador "som, imagem e informação".

Ao considerar a relevância de implementar uma abordagem de ensino de Física mais contemporânea e alinhada aos PCN para o Ensino Médio, a pesquisa se concentrou na análise da transposição didática tanto externa quanto interna dos conhecimentos relativos a ondas sonoras, examinando como esses conhecimentos são tratados nos livros didáticos e na prática dos professores de Física. O objetivo principal do estudo foi identificar as mudanças e obstáculos relacionados ao ensino desse conteúdo.

Errobidart (2010) acredita que

algumas das dificuldades para se colocar em prática as orientações do PCN para o ensino médio, no processo de ensino e aprendizagem, podem estar associadas à disponibilidade de materiais didáticos que sejam consonantes com a natureza problemática da construção dos conceitos, em particular para o caso de ondas sonoras. Contribui também para isso a qualidade dos livros didáticos, considerados pelos professores como um dos principais elos entre o conhecimento científico e o escolar e, também, por alguns autores que discutem o processo de transposição dos saberes científicos em escolares (ERROBIDART, 2010, p. 10).

A pesquisa foi realizada com a base teórica da Teoria da Transposição Didática, proposta por Yves Chevallard, que foi empregada para examinar a

³⁶ ERROBIDART, N. C. G. O Estudo qualitativo das transformações pelas quais passam os saberes até chegarem à sala de aula no conteúdo da Física Ondulatória, 2010. 170 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS-PPGE, Campo Grande, 2010 [https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalhos/index/76?b_trab_titulo=O+Estudo+qualitativo+das+transforma%C3%A7%C3%B5es+pelas+quais+passam+os+saberes+at%C3%A9+chegarem+%C3%A0+sala+de+aula+no+conte%C3%BAdo+da+F%C3%ADsica+Ondulat%C3%B3ria&b_trab_area=&b_trab_orientador=&b_trab_aluno=&b_trab_data_de=&b_trab_data_ate=&b_tipo_trabalho_id=].

transposição do conhecimento constituído no livro didático e aquela realizada pelo professor em sala de aula, com o intuito de traçar a trajetória do conhecimento sobre ondas sonoras, desde sua concepção até o contexto da sala de aula.

Dentre os recursos didáticos que refletem a transposição externa, Errobidart (2010) optou por examinar o livro didático, uma vez que ele continua a ser um dos materiais pedagógicos mais essenciais e influentes empregados pelos professores. Essa importância é acentuada pelo PNLD, que vem fornecendo livros didáticos para as escolas públicas, fazendo dele um recurso que desempenha um papel crucial no processo de ensino e aprendizagem.

Em sua pesquisa Errobidart (2010) destacou que a análise dos livros didáticos revelou que a transposição didática externa, conduzida pela noosfera, resulta em saberes superficiais nos conhecimentos sobre ondas sonoras. Essas apresentações se refletem em definições simplificadas e exemplos que não se relacionam de maneira significativa com a vivência cotidiana dos alunos. Embora as editoras busquem ajustar o conhecimento especializado ao ambiente escolar, frequentemente isso acaba afastando o conteúdo da realidade dos estudantes.

Já a transposição didática interna, realizada pelos professores, também apresenta desafios. Os docentes enfrentam dificuldades em selecionar e organizar os conteúdos e encontrarem estratégias pedagógicas adequadas para tornar o ensino de ondas sonoras mais significativo e contextualizado. A falta de formação continuada e de materiais didáticos adequados também são obstáculos encontrados pelos professores.

Consequentemente, Errobidart (2010) aponta que o ensino de ondas sonoras acaba se tornando descontextualizado, afastando os alunos do aprendizado e limitando seu desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao tema “som, imagem e informação”. É necessária uma abordagem mais atualizada e significativa no ensino de Física, que incorpore exemplos do cotidiano dos estudantes e promova uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos.

A pesquisa destacou a importância de adotar uma abordagem mais atualizada e significativa no ensino de Física, conforme orientações dos PCN para o Ensino Médio, e também a necessidade de desenvolver competências e habilidades dos alunos em relação ao tema “som, imagem e informação”. Assim, os resultados da análise revelam que tanto a transposição didática externa nos livros didáticos quanto a transposição didática interna dos professores apresentam desafios.

A pesquisa apresentou, em seus resultados, que o ensino de ondas sonoras frequentemente está com carência de contexto, o que tende a afastar os alunos do processo de aprendizagem e a limitar o desenvolvimento de suas competências e habilidades nessa área. É imprescindível adotar uma abordagem mais contemporânea que inclua exemplos do cotidiano dos estudantes, facilitando uma compreensão mais aprofundada dos conceitos subjacentes. Para atingir esse objetivo, é fundamental investir na criação de materiais didáticos atualizados e proporcionar formação contínua aos professores. Além disso, a autora sugere que sejam conduzidas pesquisas futuras com o intuito de aprofundar nossa compreensão sobre a transposição didática relacionada a ondas sonoras nos livros didáticos e na prática docente.

6.4 TESE 4 – Representação social dos autores de livros didáticos de física sobre o conceito de calor³⁷

A quarta tese, defendida em 2012 na Universidade Estadual de Maringá por Luciano Carvalhais Gomes, que será citado como Gomes (2012) teve como objetivo fazer uma análise crítica entre os livros didáticos brasileiros de Física, tanto do Ensino Médio quanto Ensino Superior, em relação ao conceito de calor. A pesquisa buscou identificar e descrever a representação social do conceito de calor pelos autores dos livros, indo além da simples classificação das representações como corretas ou erradas.

Na introdução, Gomes (2012) enfatiza a relevância de identificar e descrever a representação social do conceito de calor pelos autores dos livros didáticos. Isso vai além de apenas rotular essas representações como corretas ou incorretas, pois busca compreender os mecanismos empregados pelo grupo social para construir essa representação, que exerce influência sobre a identidade do grupo e suas ações.

A preparação teórica para a pesquisa foi feita a partir de leituras de artigos sobre a evolução dos conceitos de energia e calor na história da ciência, a Teoria das Representações Sociais de Moscovici e a Teoria da Retórica e Argumentação de Perelman e Olbrechts-Tyteca. Essas abordagens teóricas serviram de base para a

³⁷ GOMES, L. C. Representação Social dos autores de livros didáticos de Física sobre o conceito calor, 2012. 199 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, UEM-PPGECM, Maringá, 2012 [<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/4550>].

análise dos livros didáticos de Física e para a compreensão das representações sociais do conceito de calor presentes neles.

Gomes (2012) critica o ensino tradicional, que limita a liberdade de pensamento dos alunos, enfatizando a importância de promover a negociação de significados na construção dos conceitos científicos. Nesse sentido, a pesquisa propõe uma abordagem mais aprofundada e contextualizada do conceito de calor nos livros didáticos, visando a uma educação mais efetiva e precisa.

A pesquisa analisou quatro livros didáticos do Ensino Médio e quatro livros utilizados no Ensino Superior, realizada a partir de uma leitura minuciosa de cada um, detalhando as unidades de contexto. As unidades variaram consideravelmente, desde um único parágrafo em determinados artigos até o texto completo em outras instâncias, conduzindo a uma análise retórica para identificar e compreender as representações sociais associadas ao conceito de calor.

Ao discutir os resultados da análise dos livros didáticos em relação ao conceito de calor, a pesquisa identificou o discurso predominante nos livros, representativo do universo reificado, situação em que se pretende enxergar algo abstrato como concreto, como quando se apresenta o conceito de calor de forma simplificada e estática. Gomes (2012) critica essa representação social do conceito e destaca a importância de promover uma negociação de significados na construção dos conceitos científicos. Na continuidade das análises dos livros didáticos, foram observadas que muitos delas reproduzem concepções alternativas, ou seja, ideias não científicas sobre o calor. Diante disso, Gomes (2012) ressalta a necessidade de revisão e atualização dos materiais didáticos utilizados no ensino de Física, buscando uma abordagem mais adequada e cientificamente correta do conceito de calor.

O estudo investiga as influências sociais e psicológicas na mudança conceitual dos estudantes, ressaltando a complexidade desse processo, enfatizando a importância de levar em conta a interação entre elementos de continuidade e ruptura. A análise comparativa das abordagens das comunidades científicas e dos estudantes em situações de aprendizagem revela diferenças significativas em relação aos objetivos e aos contextos.

Do ponto de vista psicológico, o trabalho apresenta pesquisas que exploram a natureza dos conceitos científicos e das concepções dos estudantes, bem como os fatores que influenciam a mudança conceitual, como o trabalho de Driver *et al.*

(1999)³⁸, que é mencionado como exemplo relevante, pois compartilha uma visão semelhante à pesquisa em questão. Esse estudo enfatiza que o conhecimento simbólico da ciência é resultado de normas, convenções e procedimentos de medida e experimentação, que dificilmente um indivíduo seria capaz de construir sozinho por meio de suas próprias observações.

Gomes (2012) argumenta que entidades como átomos, elétrons, íons, campos, genes e cromossomos não são fenômenos naturais, mas construções da comunidade científica para interpretar e comunicar a natureza. Essas construções são transmitidas por meio da cultura e das instituições sociais da ciência.

Para o autor,

No caso dos livros didáticos, o pesquisador que adotar esse procedimento não deve se contentar apenas com o trecho em que a definição do conceito é apresentada, pois, como na organização interna das representações sociais temos o sistema central e o sistema periférico, apenas pela análise retórica do *corpus* discursivo em sua totalidade, aliada com um conhecimento amplo do campo a ser investigado, pode-se decidir se o argumento em questão pertence ao sistema central ou ao periférico (GOMES,2012, p. 183).

Em resumo, a pesquisa apresenta diferentes abordagens para compreender a mudança conceitual dos estudantes, considerando tanto fatores sociais quanto psicológicos. Destaca-se a importância de reconhecer as influências da comunidade científica, das normas e convenções, e a necessidade de uma abordagem colaborativa e contextualizada no ensino de Ciências. Gomes (2012) destaca como a maior dificuldade reside em determinar como intervir para modificar a representação identificada. Como exemplo, orientar os autores de livros didáticos de Física para que representem o conceito de calor como um processo, e não como uma substância “quase-material”. Acredita que o debate crítico sobre esse tema é a abordagem mais promissora.

³⁸ Artigo referenciado na pesquisa: DRIVER, R. *et al.* Construindo conhecimento científico na sala de aula. Tradução: Eduardo Mortimer. Química Nova na Escola, n. 9, p. 31-40, 1999.

6.5 TESE 5 – O livro didático de física e a formação de professores: passos e compassos³⁹

A quinta tese foi defendida na Universidade Federal do Paraná em 2013 por Álvaro Emílio Leite, que será citado como Leite (2013). A pesquisa realizou uma investigação para entender o processo de elaboração dos currículos dos cursos de Licenciatura em Física nas Universidades e Institutos Federais da região Sul do Brasil. Além disso, procurou analisar as diretrizes dadas aos estudantes de licenciatura em Física pelos formadores, baseando-se em teorias sobre a formação de professores e a profissionalização, bem como sobre o uso de livros didáticos, com foco na Física.

Abordando a importância do livro didático no contexto educacional, Leite (2013) inicia com uma análise histórica sobre a evolução do livro didático ao longo do tempo. Em seguida, discute a influência do livro didático na expropriação do saber docente e perda de autonomia dos professores. Argumenta que o livro didático pode ser visto como um artefato da cultura escolar que contribui para a formação continuada dos professores. E, também, menciona as funções referencial, instrumental, ideológico-cultural e documental que o livro didático, segundo Choppin (2004), pode desempenhar. No geral, a pesquisa explora a importância do livro didático na formação e prática docente, oferecendo elementos para reflexão sobre seu uso nas escolas.

Leite (2013) discute a possível obsolescência do livro didático de Física devido às inovações tecnológicas, mas também argumenta que ele é insubstituível no ambiente escolar. Menciona que, apesar das tecnologias educacionais recentes, o livro didático é um dos poucos objetos da cultura escolar que transmite conhecimento de forma organizada e sistematizada para um público leitor diverso, influenciando a cultura e a ideologia da sociedade. Além disso, sugere que o livro didático desempenha um papel na produção de conhecimento, contribuindo para a construção do saber erudito e científico. Leite (2013) afirma que os motivos citados

[...] fazem crer que o livro didático não deixará tão cedo de fazer parte da cultura escolar, a sua permanência nos ambientes escolares vem sendo incentivada pelas políticas públicas federais, que por meio de programas milionários (PNLD, PNLA e PNLEM), se encarregam de elevar o status do

³⁹ LEITE, A. E. O livro didático de Física e a Formação de professores: passos e descompassos, 2013. 216 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2013 [https://hdl.handle.net/1884/41527].

livro didático ao patamar de objeto necessário e fundamental para o processo de ensino/aprendizagem dos professores e alunos (LEITE, 2013, p. 87).

A pesquisa apresenta várias funções do livro didático de Física em seu embasamento teórico, reconhecendo-o como o principal alicerce para a prática docente, servindo como a principal fonte de referência para muitos professores, principalmente no ensino público.

Além disso, é ressaltado que o livro pode representar a principal fonte de informação impressa tanto para alunos quanto para professores, sendo seu uso muitas vezes ligado ao acesso a recursos econômicos e culturais. Em alguns casos, o livro didático pode contribuir mais para a vulgarização do conhecimento do que para o desenvolvimento de leituras críticas e autônomas por parte dos alunos.

Conclui que o livro didático desempenha um papel multifacetado na educação, servindo como fonte de referência, informação e, em algumas situações, desafiando sua eficácia na promoção da compreensão crítica.

A pesquisa foi conduzida pela aplicação de questionários a grupos de formadores de professores de Física. Em suas análises e resultados, a abordagem do livro didático é criticada devido a várias questões, incluindo a falta de engajamento por parte de alguns professores, a fragilidade na formação em disciplinas específicas, altas taxas de evasão de alunos, uma visão linear e fragmentada por parte dos docentes, a ausência de disciplinas dedicadas ao ensino, a escassez de aulas práticas, o desempenho acadêmico reduzido devido à necessidade de busca de renda, a presença de disciplinas obrigatórias que não estão alinhadas com a realidade do curso e a identificação de deficiências na abordagem pedagógica dos professores. Constatou também haver uma disputa de poder entre coordenadores com foco em disciplinas mais técnicas e coordenadores com orientação para o ensino.

Leite (2013) também apresenta como resultado dos relatos dos formadores, a identificação de diversas funções do livro didático na formação de professores de Física. Primeiramente, o livro não é visto como a única fonte de conteúdo e metodologia pelos formadores de professores, mas sim como uma entre várias opções disponíveis para enriquecer a prática docente. Os formadores desejam que os futuros professores se tornem profissionais autônomos, capazes de avaliar e escolher os métodos mais adequados para diferentes contextos e de realizar pesquisas relevantes para o ensino.

Neste sentido, o livro didático assume uma função complementar, podendo ocupar diferentes posições no cenário da sala de aula. Ele não é restrito a um papel de mero guia de conteúdo e metodologia preestabelecida, como visto em abordagens tecnicistas do passado, que historicamente contribuíram para a diminuição do controle e do conhecimento dos professores. Pelo contrário, os formadores de professores acreditam que o livro pode ser uma ferramenta flexível que complementa o trabalho do professor. Ele pode estar no centro da aula em determinados momentos, mas também pode ser relegado a um segundo plano, dando espaço para reflexões críticas por parte dos professores, que buscam recursos e metodologias que se adequem ao contexto específico em que atuam. Dessa forma, o livro didático é percebido como uma ferramenta valiosa para enriquecer o ensino, mas não como a única fonte de conhecimento ou metodologia.

Em suas considerações, Leite (2013) diz que sua intenção inicial era demonstrar a existência de um possível descompasso entre as políticas públicas voltadas para o livro didático e as políticas públicas para a formação de professores. E que em suas análises dos projetos de cursos, observou que após a instituição das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica e a instituição das Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física, todos os projetos foram reestruturados ou estruturados levando em conta as orientações nelas contidas.

E também, Leite (2013) assegura ser possível afirmar que os formadores de professores fornecem aos licenciandos orientações e oportunidades de análises sobre o livro didático, e que o uso do livro é visto como um material que contém informações que devem ser questionadas e confrontadas com o conhecimento prévio dos usuários.

De acordo com as declarações dos formadores de professores, durante a formação inicial são realizados estudos dos contextos em que os livros didáticos foram produzidos, mobilizados debates, discutidas as políticas públicas para o livro didático, para, em seguida, ocorrer a socialização das ideias e o compartilhamento dos resultados e análises (LEITE, 2013, p. 172).

E se as práticas vivenciadas na licenciatura passarem a fazer parte do repertório de práticas dos futuros professores, existe uma grande possibilidade das estratégias utilizadas pelos formadores de professores serem reproduzidas pelos futuros professores com os alunos do Ensino Médio. Os formadores de professores desejam que os licenciandos desenvolvam alto nível de autonomia, e a utilizem para selecionar e julgar quando os livros didáticos devem ser utilizados dentro dos infinitos

contextos possíveis nos ambientes escolares, ou então, quando eles devem lançar mão de pesquisas para buscar novos conteúdos e metodologias pertinentes à realidade e necessidade de seus alunos.

Leite (2013) percebe que o descompasso entre as políticas públicas para o livro didático e as políticas públicas para a formação de professores é evidenciado quando se verifica que as primeiras fazem com que os livros didáticos cheguem rapidamente às escolas, enquanto as segundas necessitam de um tempo maior para se verificarem, visto que dependem muito mais de uma mudança da cultura escolar e da própria postura do professor.

6.6 TESE 6 – Artefato da cultura escolar ou mercadoria? A escolha do livro didático em análise⁴⁰

A sexta tese, de autoria de Alisson Antônio Martins, foi defendida em 2014 na Universidade Federal do Paraná e será citada como Martins (2014). Abordou a produção de livros didáticos de Física e as políticas públicas de compra e distribuição desses livros no contexto da educação brasileira em diferentes momentos. Em seu embasamento teórico apresentou reformas educacionais que ocorreram ao longo da história do Brasil e como elas influenciaram a produção dos livros didáticos. Levantou também a questão de como os livros didáticos foram incorporando os pressupostos da legislação educacional.

O estudo investigou o processo de seleção de livros didáticos pelos professores de Física, analisando várias dimensões que afetam essa escolha, como a legislação educacional, o contexto socioeconômico e as particularidades do ensino de Física em diferentes períodos.

Martins (2014) teve como objetivo geral de sua pesquisa “identificar de que modo os livros didáticos de Física, como elementos da cultura escolar, produtos culturais e mercadorias, se fazem presentes nas escolhas realizadas pelos professores de Física que atuam na Educação Básica” (2014, p. 11). Nesse contexto, foram explorados aspectos históricos, culturais, socioeconômicos e pedagógicos, além de questões relacionadas a influências internacionais nos livros didáticos e ao

⁴⁰ MARTINS, A. A. Artefato da Cultura Escolar ou mercadoria? A escolha do livro didático de Física em análise, 2014. 174 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2014 [https://hdl.handle.net/1884/35023].

processo de aquisição e distribuição desses materiais. O enriquecimento da perspectiva de pesquisa foi facilitado por seu estágio de doutorado realizado em Portugal.

No começo de sua tese, Martins (2014) estabeleceu o contexto da pesquisa, enfatizando seu interesse em explorar os vários elementos associados à formação inicial de professores de Física e suas interações com a cultura escolar. Ele também mencionou sua experiência pessoal como professor de Física no Ensino Médio, ressaltando que sempre questionou o processo de formação inicial de professores nesse contexto. E foi a partir dessa reflexão que elaborou o projeto de pesquisa que originalmente se voltava para investigar como os professores de Física são formados para trabalhar com os elementos da cultura escolar, especialmente os livros didáticos.

Um dos focos da pesquisa foi compreender como os livros didáticos de Física são abordados nas licenciaturas, mesmo que não haja muitas referências a eles nas ementas oficiais, investigando a presença do livro didático no “currículo oculto”, ou seja, nas práticas dos docentes, e na compreensão dos sentidos e significados atribuídos pelos professores formadores aos livros didáticos de Física, considerando a atuação dos professores já formados e sua formação continuada como aspectos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa.

Martins (2014) evidenciou que estudos anteriores destacaram a falta de pesquisa sobre o uso dos livros didáticos pelos professores na produção de suas aulas, o que indica uma possibilidade de investigação. Assim, optou por focar na produção e consumo do livro didático, considerando-o um objeto fetichizado pelos professores da graduação, sem questionar sua produção e as relações sociotécnicas que o tornam possível. No contexto brasileiro, as pesquisas sobre os livros didáticos de Física têm contribuído para ampliar a compreensão desse objeto na cultura escolar, mas poucas se aprofundaram nas razões que levaram os livros a assumirem a forma atual.

A pesquisa busca desenvolver alguns elementos relacionados a essa questão, considerando o livro didático como parte de uma produção cultural mais ampla, utilizando como referências teóricas a economia política do livro didático e as relações entre cultura e sociedade, tornando essa pesquisa relevante, uma vez que os livros didáticos são parte de uma importante política pública do Governo Federal, envolvendo altos investimentos financeiros e diferentes interesses, incluindo interesses econômicos.

A pesquisa foi realizada com professores de Física da Educação Básica, “brasileiros e portugueses que se aproximam entre si devido a algumas características específicas” (MARTINS, 2014, p. 117), que utilizou como instrumentos a aplicação de questionário, e depois, realizou entrevistas, explorando o processo de escolha dos livros didáticos, sua relação com a cultura escolar, sua produção como produto cultural e sua dimensão mercadológica.

Na análise dos resultados, verificou que o processo de escolha de livros didáticos de Física ocorreu de diferentes formas entre os professores brasileiros e portugueses. Martins (2014) evidenciou que, de modo geral, os professores brasileiros não veem problemas na escolha coletiva de livros didáticos. No entanto, algumas dificuldades surgem, como a falta de tempo para uma análise mais aprofundada, a composição da equipe responsável pela seleção e as pressões para escolher livros específicos. Em contrapartida, os professores portugueses afirmam que a escolha coletiva ocorre de maneira natural, envolvendo todos os professores, sem questionar a necessidade de mudanças nesse processo. Essa seleção é realizada com a participação de professores de Física em todos os níveis de ensino, abrangendo tanto o Ensino Básico quanto o Ensino Secundário.

Já no resultado sobre livros didáticos de Física como elementos da cultura escolar foram apresentados os dados indicados pelos professores que permitiram compreender os aspectos da cultura escolar que se revelam no processo de escolha dos livros didáticos, mostrando que “a maioria dos professores brasileiros e portugueses indicou que *a presença de boas listas de exercícios, a presença de atividades experimentais e a contribuição para a organização dos estudos dos alunos* são os aspectos mais importantes” (2014, p. 133), e assim foi possível identificar as influências culturais presentes nas escolhas dos professores e os critérios que levam em consideração para selecionar um livro didático.

Ao analisar os livros didáticos de Física como produtos culturais, foi possível examinar as conexões que ultrapassam o ambiente escolar e a educação formal. Isso permitiu observar como os professores pesquisados incorporam aspectos culturais ao selecionar um livro, incluindo “questões relativas à influência da autoria e da organização dos conteúdos de ensino” (MARTINS, 2014, p. 155). Ao considerar os livros como mercadorias, foram destacadas as perspectivas dos professores pesquisados em relação à dimensão comercial dos livros e como essa dimensão influencia as escolhas feitas por eles.

Para Martins (2014),

Considerar os livros didáticos de Física como mercadorias implica em identificar de que modo os sujeitos acessam estes objetos, sendo possível a aquisição pela compra direta no mercado, pela compra no mercado com um apoio financeiro público ou pelo acesso gratuito através de programas governamentais de distribuição de livros didáticos, sustentado pelo conjunto da sociedade, através de impostos (MARTINS, 2014, p. 173).

Portanto, este estudo exhibe os resultados oriundos da pesquisa de campo realizada com professores de Física do Ensino Médio em vários aspectos analíticos. Abordam-se a seleção de livros didáticos, os elementos da cultura escolar envolvidos nesse processo, a apreciação dos livros como manifestações culturais e a influência da dimensão comercial na tomada de decisão dos professores.

6.7 TESE 7 – Formações imaginárias de autores de livros didáticos de física presentes em propostas de atividades experimentais para o ensino médio⁴¹

A tese apresentada por Waldemir de Paula Silveira na Universidade Estadual Paulista em 2018, que será citada como Silveira (2018), aborda uma pesquisa que investigou as representações mentais ligadas às atividades experimentais e aos livros didáticos de Física no cenário educacional brasileiro. O estudo utilizou como referencial teórico-metodológico a Análise do Discurso da vertente francesa, com base nos estudos de Michel Pêcheux e Eni Orlandi, tendo o objetivo de investigar como as propostas de atividades experimentais e o livro didático constroem imagens do aluno, do professor e dos processos de ensino e aprendizagem.

A pesquisa destaca que o livro didático é um artefato cultural presente no cenário educacional brasileiro e sua história está intimamente relacionada ao ensino escolar, ao aperfeiçoamento das tecnologias de produção gráfica e aos padrões de comunicação na sociedade. Ela também aponta que inúmeras pesquisas têm sido realizadas sobre o livro didático, investigando tanto aspectos internos quanto externos, buscando compreender sua relação com práticas sociais e sua influência no ensino.

⁴¹ SILVEIRA, W. de P. Formações imaginárias de autores de livros didáticos de Física presentes em propostas de atividades experimentais para o Ensino Médio, 2018. 250f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista. UEP-PPGEC, Bauru, 2018 [<http://hdl.handle.net/11449/154341>].

Silveira (2018) ressalta a importância de investigar aspectos culturais, econômicos, políticos e sociais relacionados ao desenvolvimento dos livros didáticos, pois ele vem desempenhando um papel fundamental no processo educativo em Física, sendo uma das principais fontes de conteúdo utilizadas pelos professores em sala de aula, oferecendo uma estrutura organizada de conhecimentos, propondo atividades e exercícios, e buscando facilitar o aprendizado dos alunos.

A pesquisa apresenta uma análise sobre estudos realizados em relação aos livros didáticos de Física, iniciando com o contexto histórico do livro no Brasil, desde as primeiras traduções de obras francesas até os livros didáticos mais recentes, influenciados pelas editoras e pela legislação educacional vigente. Na sequência, foram apresentados estudos correlatos sobre os livros didáticos de Física, abordando diferentes aspectos, como os processos de contextualização presentes nos livros do Ensino Médio aprovados pelo PNLEM 2007.

Além disso, mencionou outros estudos que investigaram as impressões e atitudes dos professores em relação aos livros didáticos de Física, o papel e significado desses livros na perspectiva dos alunos, as implicações do PNLD para o trabalho docente, as orientações e discussões sobre o livro, e como a cultura escolar, a produção cultural e o mercado influenciam o processo de escolha dos livros pelos professores.

Por fim, a análise abordou artigos sobre livros didáticos de Física publicados em periódicos brasileiros, destacando o período de 2005 a 2015 e enfocando aqueles que trazem a análise de conteúdo. E nesses estudos foram revelados diversos aspectos relacionados aos livros, como a forma de apresentação dos temas, a contextualização, a perspectiva crítica, os obstáculos para a contextualização crítica do ensino de Física, entre outros.

Silveira (2018) analisou como consistem as propostas experimentais encontradas em três coleções didáticas de Física aprovadas no PNLD 2015: sendo elas: “Física” de José Roberto Bonjorno e outros, “Ser Protagonista: Física” de Angelo Stefanovits, e “Física, aula por aula” de Benigno Barreto e Cláudio Xavier. E afirma que “todo processo discursivo é constituído por formações imaginárias, o que leva os interlocutores a terem imagens de si, do outro e do que é dito a partir de suas posições no discurso” (SILVEIRA, 2018, p. 146), assim, ao analisar os livros didáticos, os interlocutores incluem os autores da coleção didática, os alunos e os professores.

Assim, os textos didáticos contêm um discurso que engloba imagens que desempenham um papel na construção de significados, incluindo a imagem que os autores do livro têm de seu próprio lugar, a imagem que os autores têm dos usuários (alunos e professores) do livro didático, a imagem que os usuários têm de seu próprio lugar em relação ao livro didático, e a imagem que os usuários têm dos autores do livro didático.

Silveira (2018) conclui destacando a importância de compreender as formações imaginárias presentes nas propostas de atividades experimentais e no livro didático de Física, afirmando que “possibilitou identificar a mesma imagem do aluno, do professor e dos processos de ensino e de aprendizagem, com algumas nuances, nas três coleções analisadas” (SILVEIRA, 2018, p. 204). Ele ressalta a necessidade de investigar aspectos culturais, econômicos, políticos e sociais relacionados ao desenvolvimento dos livros didáticos.

o LD não é caracterizado pela neutralidade; pelo contrário, expressa a concepção de educação de uma determinada sociedade, materializa elementos relacionados ao mercado editorial etc. Enfim, o LD é um artefato cultural e, como tal, vincula ideologia. Isto significa que o LD é fabricado e apropriado a partir do sentido que a ele é conferido, tomando como referência um determinado contexto social. Isto envolve o sentido atribuído pelo aluno, pelo professor, pelos autores e editores (SILVEIRA, 2018, p. 207).

Finaliza a tese com a sugestão de que futuras pesquisas possam explorar outras formas de análise dos livros didáticos, além dos elementos internos, como o contexto social em que eles são produzidos, para aprofundar a compreensão das representações imaginárias sobre o papel do aluno, do professor e dos processos de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, sugere, com base nas formações discursivas, investigar quais aspectos têm recebido destaque ou têm sido negligenciados nos textos didáticos sob uma perspectiva discursiva, pois o autor encontrou nos textos didáticos diferentes discursos. Para Silveira (2018) isso permitirá uma compreensão mais profunda do método de validação de uma determinada linguagem presente nos livros didáticos, que tem se caracterizado como “o processo de legitimação de um determinado discurso presente nos manuais didáticos” (2018, p. 208).

6.8 TESE 8 – Do livro didático de física do ensino superior ao do ensino médio: influências, aproximações e afastamentos⁴²

A tese que será discutida a seguir foi defendida na Universidade Federal do Paraná em 2018 pelo pesquisador Cristiano Carvalho, que será referido como Carvalho (2018). Iniciando sua abordagem com a descrição de sua experiência como professor de Física e sua pesquisa de mestrado até seu doutorado sobre a relação entre os livros didáticos de Física do Ensino Médio e do Ensino Superior, utilizou o conceito de transposição didática, tornando o objetivo de sua pesquisa a avaliação da “relação entre o livro didático do Ensino Superior e o livro didático do Ensino Médio e consequentemente a influência exercida sobre o currículo, considerado como uma invenção social e o conteúdo do currículo como uma construção social” (CARVALHO, 2018, p. 14).

Carvalho (2018) inicia seu embasamento teórico com a discussão do livro didático no contexto educacional brasileiro, trazendo o conceito e a função do livro no ensino. Ele analisa como o livro pode ser utilizado no contexto educacional, observando que ele é uma ferramenta amplamente adotada nas escolas, considerado um recurso fundamental para os professores, pois fornece uma estrutura organizada de conteúdos e atividades que auxiliam no planejamento e na condução das aulas.

Na perspectiva do autor, o livro didático pode ser concebido como uma fonte de conhecimento oficial e legitimada, uma vez que frequentemente serve como alicerce na estruturação do currículo escolar, exercendo influência direta sobre o conteúdo ensinado em sala de aula e a maneira como o conhecimento é transmitido aos alunos. Carvalho (2018) ressalta a relevância de uma escolha cuidadosa dos livros didáticos, considerando sua aderência aos objetivos educacionais e às exigências dos estudantes.

Ele analisa a implementação dos programas de distribuição de livros e ressalta a relevância do livro no contexto do ensino e aprendizagem, abordando as ações governamentais que buscam disponibilizar esses materiais aos alunos, com a

⁴² CARVALHO, C. Do livro didático de Física do Ensino Superior ao do Ensino Médio: Influências, aproximações e afastamentos, 2018. 179f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná. UFPR-PPGE, Curitiba, 2018 [<https://hdl.handle.net/1884/62482>].

finalidade de assegurar que todos os estudantes tenham acesso aos livros, independentemente de sua situação socioeconômica. Para ele,

O livro didático, além de seu aspecto científico, tem todo aparato cultural, e por isso deve ser analisado dentro do contexto social, econômico, científico e político, apresentando assim dificuldades em classificá-lo e analisá-lo, já que adquire diferentes funções em nossa sociedade (CARVALHO, 2018, p. 23).

Nesse contexto, o autor diz que é fundamental reconhecer o imaginário popular que valida o livro didático como uma fonte confiável de conhecimento. Muitas pessoas têm memórias significativas, tanto positivas quanto negativas, relacionadas aos professores, horários, espaços escolares e, principalmente, aos livros que desempenharam um papel importante em suas vidas, moldando sua experiência educacional e a conexão emocional com esse tipo de material.

A pesquisa oferece uma visão ampla e aprofundada sobre a função do livro didático no contexto educacional brasileiro. Ela enfatiza constantemente a relevância desse recurso no processo de ensino e aprendizagem, examina os programas de distribuição de livros e sublinha a importância de uma escolha criteriosa dos materiais didáticos. Nesse contexto, a pesquisa busca compreender como os livros didáticos desempenham um papel vital na formação do currículo, na promoção da qualidade da educação e na adaptação às necessidades dos alunos.

O estudo realizou uma análise documental, tomando como fonte três livros didáticos de Física amplamente adotados nos cursos de Licenciatura em Física, e o volume 2 das 14 coleções de Física do Ensino Médio aprovadas no PNL D 2015. O objetivo foi examinar a abordagem do conteúdo de Termodinâmica nos livros de ambos os níveis de ensino, e os dados foram apresentados em forma de quadros para facilitar comparações imediatas entre os materiais de Física do Ensino Superior e do Ensino Médio.

Carvalho (2018) conduziu uma análise comparativa dos livros didáticos de Física, observando diferenças ou semelhanças entre os materiais de Ensino Superior e Ensino Médio. Nas análises dos livros didáticos do Ensino Médio, foi observado que a maioria apresenta a mesma sequência didática disponibilizada nos livros do Ensino Superior, e em ambos foram priorizados os conceitos que consideram mais os aspectos quantitativos em relação aos qualitativos, seguindo o mesmo pensamento para situações relacionadas ao cotidiano e a situações contextualizadas.

Os livros de Ensino Superior tendem a adotar uma abordagem mais tradicional, com foco em detalhes e aspectos quantitativos da Física, enquanto colocam menos ênfase na aplicação prática no cotidiano. Eles priorizam a profissionalização e o aprofundamento dos conceitos, frequentemente incluindo exercícios que exigem habilidades matemáticas avançadas, exercícios esses que servem principalmente para promover a prática matemática e apoiar as atividades dos alunos. E novamente aparece similaridade com os livros de Ensino Médio nas observações, mesmo se mostrando um pouco mais contextualizados que no Ensino Superior, em sua maioria, carece de contextualização e destacam aspectos quantitativos nos exercícios, focando em questões para o vestibular e com pouca abordagem integrada à vida diária.

Carvalho (2018) também observou que, apesar de alguns elementos diferenciados nos livros do Ensino Médio em comparação aos do Ensino Superior, boa parte deles mantém uma proximidade na apresentação dos conteúdos. Além disso, os livros de ambos os níveis de ensino incluem poucas atividades experimentais, sendo mais direcionados à demonstração do que à investigação. Em geral, eles apresentam exercícios que enfatizam a aplicação de equações e os aspectos quantitativos, usando gráficos, diagramas e esquemas como recursos.

Os aspectos históricos foram examinados nos livros, e notou-se que eles são mais proeminentes nos materiais de Ensino Médio em comparação aos de Ensino Superior. No entanto, em muitos casos, essa abordagem histórica não estabelece uma conexão substancial com o conteúdo.

Carvalho (2018) afirma que

a diferença entre os livros do Ensino Superior e do Ensino Médio ficou bastante nítida, pois, enquanto os livros do Ensino Médio se mostram mais contextualizados e integrados a outras áreas da Física e outras áreas do conhecimento, os livros do Ensino Superior trabalham numa perspectiva de maior aprofundamento dos conceitos e conteúdos com poucas menções a situações que envolvam outras áreas da Física e outras disciplinas. Nesse sentido, os livros do Ensino Médio apresentam um maior número de elementos que envolvem a integração com outras [áreas] do conhecimento e com outras áreas da Física (CARVALHO, 2018, p. 120).

Por fim, em relação à integração da Física com outras áreas da Física e com outros campos do conhecimento, os livros, tanto do Ensino Superior quanto os do Ensino Médio, apresentaram poucas situações que abordam alguma integração. No entanto, ambos os tipos de livros, Ensino Médio e Ensino Superior, desempenham

funções relevantes na metodologia das disciplinas, auxiliando os professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem para compreensão dos conceitos da Física.

Este estudo ressalta a importância do livro didático no decorrer do processo de ensino e aprendizagem, sublinhando como ele molda o currículo e a abordagem metodológica nas disciplinas. No cenário brasileiro, a ênfase nos livros didáticos tornou-se cada vez mais relevante devido a programas de avaliação e distribuição de materiais, como o PNLCD, que têm como objetivo abordar as necessidades dos alunos, especialmente em um contexto marcado por desigualdades sociais.

Com o foco na relação entre os livros didáticos de Física do Ensino Médio e do Ensino Superior, ele finaliza destacando que os livros do Ensino Superior costumam adotar uma linguagem formal e técnica, com ênfase nos aspectos quantitativos, enquanto os do Ensino Médio seguem uma abordagem semelhante, embora alguns deles incorporem elementos qualitativos, atividades experimentais e integrações interdisciplinares. No entanto, ambos os níveis de ensino compartilham características estruturais, o que pode dificultar a integração entre áreas de conhecimento.

7 AS FUNÇÕES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA NO CONTEXTO EDUCACIONAL

O propósito desta seção é apresentar os resultados das análises das teses. No geral, observou-se que o livro didático de Física tem uma importância na Educação Básica do Brasil. Torna-se evidente que o livro didático tem a finalidade de servir como um recurso tanto para professores quanto para alunos, desempenhando papéis significativos no processo de ensino e aprendizagem da disciplina.

Para ressaltar as diversas ações dos livros didáticos, recorrer-se-á às quatro funções gerais trazidas por Choppin (2004) no contexto educacional: *referencial, instrumental, ideológica e cultural* e *documental*. Essas quatro funções realçam as ações dos livros didáticos como componentes atuantes no processo educacional, evidenciando interferências e influências sobre como os sujeitos que com ele aprendem, interpretam o mundo ao seu redor e incorporam valores que transcendem à mera transmissão de conhecimento.

Ao compreender essas possíveis atuações, a Teoria Ator-Rede auxilia no entendimento desses objetos técnicos como actantes que interagem com outros elementos (professores, alunos, currículos, políticas educacionais) para formar redes complexas de significação para a prática educacional. As quatro funções gerais dos livros didáticos trazidas por Choppin (2004) podem ser vistas como mecanismos por meio dos quais os livros atuam nessas redes.

Ao entender os livros didáticos como actantes nestas redes, reconhecemos que sua influência vai além da simples transmissão de conteúdo, pois participam ativamente na configuração das redes educacionais, moldando como os sujeitos percebem o mundo e incorporam valores.

Para Latour (2021):

os métodos pedagógicos não valem senão como a capacidade de termos um mundo comum. Não podemos imaginar pedagogias. Só poderíamos fazê-lo na condição de que as pessoas, os professores, os instrutores, as instituições, os alunos e os pais de alunos compartilhassem, no geral, a ideia de que vamos viver em um mesmo mundo (LATOUR, 2021, p. 108).

Portanto, a TAR fornece uma lente analítica útil para explorar as múltiplas dimensões e impactos dos livros didáticos e entender as múltiplas dimensões e interações dos livros no contexto educacional, considerando-os como actantes sociais

que moldam redes complexas de relações sociotécnicas e desempenham diversas funções no contexto educacional.

7.1 A FUNÇÃO REFERENCIAL

A *função referencial* está relacionada à capacidade dos livros de apresentar informações e referências, sendo uma ação desempenhada por eles na Educação Básica. No livro didático essa função tem como objetivo primordial fornecer informações, esclarecer conceitos, explicar fatos e apresentar conteúdo de maneira objetiva e informativa. A função referencial,

[...] também chamada de curricular ou programática, desde que existam programas de ensino: o livro didático é então apenas a fiel tradução do programa ou, quando se exerce o livre jogo da concorrência, uma de suas possíveis interpretações. Mas, em todo o caso, ele constitui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Assim, a partir dessa função, o livro didático pode desempenhar diversas outras ações, como a apresentação curricular, porque está intimamente relacionado aos programas de ensino estabelecidos, seguindo as diretrizes e os conteúdos educacionais definidos pelos órgãos de ensino, como o MEC. Ele também, por muitas vezes, tem a ação de “fiel tradução” do programa de ensino, ou seja, é uma representação tangível das metas educacionais estabelecidas, atuando como um **ponto de passagem obrigatória**⁴³, onde o conhecimento oficial é transformado em objeto técnico utilizável.

Esse trabalho de tradução envolve alinhar os objetivos de diferentes interesses e elementos (ou actantes), como o dos autores, as exigências curriculares, as necessidades dos alunos e as expectativas dos professores, que formam uma rede educacional, surgindo assim um trabalho de mediação, pois “toda a ação que um actante faz a outro” (LEMOS, 2013, p. 48) contribui e transforma o conhecimento de acordo com seus próprios interesses e contextos.

⁴³ O termo “ponto de passagem obrigatório” apresentado em “A Esperança de Pandora” (2001), de Bruno Latour, faz parte do vocabulário associado à Teoria do Ator-Rede. Na obra, Latour utiliza esse conceito para descrever elementos ou processos que precisam necessariamente ser aceitos ou considerados dentro de uma rede sociotécnica para que esta funcione ou se mantenha coesa.

Analisar a tradução que o livro didático faz pode mostrar como o conhecimento é negociado e ajustado para diferentes contextos educacionais, evidenciando a conexão do conceito de tradução pela Teoria Ator-Rede (TAR) como

um processo que envolve, simultaneamente, desvios de rota na circulação de ações (transporte) e articulações nas quais cada elemento expressa os interesses dos demais elementos em sua própria linguagem. Portanto, toda translação envolve actantes (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 66).

Destacando que todos os processos de movimentação e transformação do conhecimento envolvem múltiplos actantes, cada um contribuindo para a construção e reinterpretação do conhecimento, o livro assume o papel de suporte dos conteúdos educativos. Assim, ele desempenha a ação central na transmissão de conhecimento, técnicas e habilidades de uma geração para a seguinte.

Como consequência, observa-se o livro como depositário dos conhecimentos, que fornece uma base comum, funcionando como pontos de referência que ajudam a alinhar a compreensão dos diferentes actantes, pois está em consonância com a ideia de que os livros estabelecem um contexto compartilhado para o aprendizado. São assim considerados pela sociedade como um dos livros mais importantes, pois depositam informações e tornam-se um meio para garantir a continuidade da educação e a preservação do conhecimento ao longo do tempo.

Resumidamente, essa função ressalta a variedade de ações desempenhadas pelo livro didático na Educação Básica. Essa compreensão evidencia sua estreita ligação com as mudanças sociais, políticas e educacionais que moldaram sua evolução, oferecendo conhecimentos sobre o contexto histórico em que foi concebido e utilizado. A *função referencial*, juntamente com essas possíveis ações, emergiu como um elemento abordado em seis das teses analisadas.

O tópico “Os Livros Didáticos na Educação Científica e as Abordagens Sobre a Física Moderna e Contemporânea”, encontrado na tese 1, de Monteiro (2010), aborda o papel desempenhado pelos livros didáticos na educação científica e seu relacionamento com as políticas públicas. A autora descreve a “importância que o livro didático ocupa no contexto educacional brasileiro é a legitimidade dispensada ao mesmo no contexto das políticas públicas” (MONTEIRO, 2010, p. 45). Essa legitimidade implica que o livro didático é amplamente aceito e reconhecido no ambiente educacional, sendo oficialmente respaldado e integrado às políticas públicas de educação, como é o caso do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Monteiro (2010) ainda reforça a ideia de que o PNLD desempenha um papel central no cenário educacional, enfatizando sua influência na disseminação dos livros didáticos.

Chamamos a atenção para a centralização da escolha dos livros didáticos pelos órgãos governamentais brasileiros. Definem todas as etapas, inclusive os avaliadores dos livros, de modo que, apenas no processo final que chega aos professores da educação básica para escolherem entre alguns livros, com todos os critérios já previamente definidos (MONTEIRO, 2010, p. 46).

Na tese 3, de Errobidart (2010), um momento claro que apresenta a *função referencial* é quando se define os livros didáticos como seus objetos de estudos, associando sua escolha com políticas públicas.

Para realizar a seleção dos livros didáticos, escolhemos, primeiramente, dois momentos como marcos norteadores de nossos estudos: a implantação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB/1961) e a adoção de livros didáticos de Física pelo governo federal, por meio do Plano Nacional do Livro Didático para o ensino médio (PNLEM) (Física/2008) (ERROBIDART, 2010, p. 34).

A ideia consiste em apresentar o currículo escolar da disciplina como um orientador dos conteúdos específicos requeridos pelos documentos oficiais de educação. Ele estabelece as diretrizes para o que deve ser ensinado nas salas de aula, desempenhando o papel de um guia para o currículo.

As teses 5, 6, 7 e 8 apontam de forma direta para a *função referencial* de Choppin (2004). Destacam-se nestas teses Leite (2013), que apresenta em sua pesquisa um estudo da relação do livro didático com a formação de professores, com a existência do PNLD; Martins (2014) por trazer em sua pesquisa a visão de professores brasileiros e portugueses sobre a escolha do livro didático de Física; Silveira (2018) por realizar sua pesquisa em cima de propostas de atividades experimentais que estão presentes nos livros didáticos, que o constitui como o depositário dos conteúdos disciplinares. Por fim, Carvalho (2018) quando trabalha em sua pesquisa a comparação de livros didáticos do Ensino Médio e Ensino Superior, afirmando que sua escolha como objeto de pesquisa surgiu por ser uma fonte que é usada “na prática, tanto nas aulas de Física do Ensino Médio, como nas aulas do Ensino Superior” (2018, p. 60).

Portanto, é importante destacar que as pesquisas abordadas nesta análise evidenciam a versatilidade do livro didático em desempenhar a *função referencial*, alinhadas com os programas de ensino. Ele se configura como um recurso privilegiado para a transmissão de conhecimentos, técnicas, habilidades e conteúdos

educacionais considerados fundamentais pela geração atual a serem repassados para as futuras. Além disso, o livro didático desempenha o papel de organizar os conteúdos exigidos pelos documentos oficiais, estabelecendo orientações claras sobre o que deve ser ministrado nas salas de aula, desempenhando, assim, uma função crucial como guia na estrutura curricular.

7.2 A FUNÇÃO INSTRUMENTAL

O livro didático representa um dos instrumentos mais antigos para difundir o conhecimento escolar, uma vez que, ao longo das épocas e em diversas culturas, suas páginas têm servido para documentar as verdades, aspirações e descobertas de épocas e gerações específicas (BITTENCOURT, 2008).

Assim, a *função instrumental*, considerada a função propriamente pedagógica, concentra-se na capacidade dos livros didáticos de oferecer métodos de aprendizagem que tornam mais acessível à assimilação do conhecimento, principalmente pelos alunos. Os livros atuam como objetos técnicos que facilitam a prática pedagógica. Na perspectiva da TAR, eles são mediadores que transformam as capacidades de professores e alunos, possibilitando novas formas de interação e aprendizado.

As pesquisas que analisam esta função são aquelas que investigam justamente os métodos e técnicas de ensino que os livros propagam. O termo instrumental faz menção àquilo que serve para alguma coisa, que é útil e trata da estrutura de pensamento que privilegia a utilidade da ação, que considera os objetos como meios para alcançar um determinado objetivo. Pela TAR, os livros didáticos podem ser mediadores que “transformam, traduzem, distorcem e modificam o significado ou os elementos que supostamente veiculam” (LATOURET, 2012, p. 65); logo, os objetos técnicos interagem e influenciam mutuamente na construção da realidade social.

Assim, os livros didáticos são elaborados de forma a facilitar a compreensão dos conceitos, fornecendo ferramentas que auxiliam os estudantes em seu processo de aprendizado. Choppin (2004) afirma que

o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc (CHOPPIN, 2004, p. 553).

Analisando a *função instrumental*, destacam-se ações nas quais o livro propõe exercícios ou atividades, com o objetivo de facilitar a memorização dos conhecimentos, promover a aquisição de competências disciplinares ou transversais e permitir a apropriação de habilidades, tornando-se “um conglomerado de muitos e surpreendentes conjuntos de funções que só podem ser desemaranhados aos poucos” (LATOURE, 2012, p. 72).

Há também a ação do livro didático como facilitador dessa memorização, segundo a qual os alunos têm no livro a ajuda para memorizarem informações e conceitos considerados importantes por meio das práticas de exercícios e atividades específicas. O livro didático também oferece conteúdos que visam desenvolver habilidades e competências específicas na disciplina, no caso a Física, que podem ser aplicadas no cotidiano. Essas ações evidenciam-no como actante “articulador que fará a conexão e montará a rede nele mesmo e fora dele em associação com outros. Ele é o que ‘faz-fazer’ ” (LEMOS, 2013, p. 42). Nessa perspectiva, todas as teses aqui analisadas, apresentam a *função instrumental*.

As teses de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Leite (2013), Martins (2014) e Carvalho (2018) abordam em suas pesquisas o conceito do livro didático de Física como um instrumento relevante tanto para o professor quanto para o aluno, destacando o papel do livro como um mediador no processo de ensino e aprendizagem, com o propósito de examiná-lo por meio da aplicação de métodos específicos que se concentram em uma abordagem de aprendizado particular. Isso se concretiza por meio da inclusão de exercícios e outras atividades sugeridas no livro, contribuindo para vários aspectos, como a memorização de conhecimentos, a aquisição de competências e o desenvolvimento de habilidades, entre outros.

As teses de Gomes (2012) e Silveira (2018) têm uma abordagem do livro didático com implementação de métodos de aprendizagem, considerando o olhar dos autores do livro. Gomes (2012) observa o conceito de Calor, enquanto Silveira (2018) olha para as propostas de atividades experimentais; em ambas, o livro didático desempenha o papel de apresentar métodos e estratégias de aprendizagem que auxiliam os alunos na compreensão e assimilação de conteúdo, e ajudam a promover a apropriação de habilidades, métodos de análise ou resolução de problemas, contribuindo para o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas e práticas.

A tese de Tavares (2010) aborda, em sua pesquisa, as transformações de imagens em livros didáticos de Física, afirmando que “as imagens são importantes

para um livro didático” (2010, p. 25), evidenciando que o uso de imagens, gráficos, diagramas e ilustrações pode ajudar os alunos a compreenderem conceitos de forma mais visual e atraente. Essas representações visuais podem simplificar informações complexas, tornar o conteúdo mais acessível e estimular a memória.

Logo, a *função instrumental* do livro didático destaca a agência desse objeto técnico na modelagem das práticas pedagógicas e das formas de aprendizagem. Eles atuam como mediadores ao traduzirem o conhecimento científico e acadêmico para uma linguagem acessível aos alunos, moldando a forma como os conteúdos são compreendidos. Além disso, a introdução ou modificação em conteúdo ou novas abordagens pedagógicas exemplificam a dinâmica de inovação e mudança na rede educacional, onde a TAR ajuda a entender como essas transformações são negociadas entre os diferentes actantes envolvidos.

7.3 A FUNÇÃO IDEOLÓGICA E CULTURAL

Os livros didáticos desempenham uma *função ideológica e cultural*, que, para Choppin (2004), “é a função mais antiga” (2004, p. 553), atuando como objetos políticos que podem influenciar a socialização e, em alguns casos, a doutrinação das novas gerações. Os livros atuam como portadores da língua, cultura e valores das classes sociais, transmitindo não apenas informações, mas também ideologias e visões culturais, sendo um veículo que transmite os valores e ideias de uma cultura (BITTENCOURT, 2008).

Os livros didáticos fazem parte da formação das gerações mais jovens, pois moldam diretamente a maneira como os alunos percebem a sociedade, a história, a cultura e os valores que os cercam, preservando e transmitindo a herança cultural, conectando o passado e o presente, veiculando valores e perspectivas ideológicas.

Os livros didáticos frequentemente refletem as políticas educacionais em vigor, como visto nas teses de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Leite (2013), Martins (2014), Silveira (2018) e Carvalho (2018), quando apresentam o PNLD, programa do governo federal que tem como principal objetivo prover aos alunos e professores das escolas públicas brasileiras livros didáticos de qualidade.

O programa interfere nas decisões sobre quais conteúdos incluir, como abordar temas específicos e que visões de mundo promover, influenciadas pelos órgãos governamentais e pela legislação educacional. Além disso, os livros didáticos desempenham um papel na promoção de valores e na construção da identidade

nacional. Eles costumam enfatizar eventos históricos, figuras importantes e aspectos culturais que são considerados relevantes para a construção da identidade brasileira. Assim, acredita-se que as teses escolheram o livro didático de Física como objeto de estudo porque,

Dentre os materiais didáticos que materializam a transposição externa, escolhemos analisar o livro didático porque ele é ainda um dos mais importante e influente material pedagógico utilizado por professores, aspecto reforçado com o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que, desde a década passada, está distribuindo livros didáticos nas escolas públicas. Portanto, esse material ainda desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem (ERROBIDART, 2010, p. 130).

No entanto, é importante notar que os livros didáticos também podem transmitir ideologias políticas e sociais. A abordagem de determinados temas pode refletir pontos de vista políticos e sociais específicos, dependendo do autor, da editora e do contexto histórico em que foram produzidos, como visto nas teses de Tavares (2010), que trabalha a linguagem visual de imagens presentes no livro didático no decorrer do contexto histórico, e de Gomes (2012), que apresenta a representação social nos livros didáticos do conceito de Calor com o decorrer do tempo.

E em todos os estudos aqui analisados encontra-se a influência das editoras, que desempenham um papel crucial na seleção e elaboração dos conteúdos dos livros didáticos, e, portanto, têm influência direta sobre o conteúdo, a linguagem e as imagens presentes nas publicações. Isso torna a responsabilidade das editoras um aspecto importante na discussão sobre os livros didáticos.

A função *ideológica e cultural* dos livros didáticos no Brasil é complexa e tem um impacto significativo na formação de alunos e professores. Martins (2014) diz que “os livros didáticos possuem um importante valor simbólico no processo de aculturação, explícito ou implícito, das novas gerações” (2014, p.154). Ela contribui para a construção da identidade nacional, a transmissão de valores e a disseminação de ideologias. Portanto, a seleção e o conteúdo dos livros didáticos são temas de discussão contínuas na área educacional e na sociedade em geral.

Assim, várias ações dos livros didáticos podem ser observadas nessa função, evidenciando que a TAR nos auxiliará a entender como essas atuações são incorporadas nas redes educacionais, moldando as interpretações e comportamentos dos sujeitos. Logo, o livro torna-se um mediador da língua, cultura e valores das classes sociais e um objeto técnico privilegiado de construção de identidade nacional e cultural, ajudando a moldar a compreensão dos alunos sobre quem são como

cidadãos de um país. E também, um mediador de símbolo da soberania nacional, quando, em alguns casos, destaca a importância política e simbólica atribuída a eles contribuindo para a construção e reprodução do imaginário nacional.

Os livros didáticos desempenham um importante papel político, pois podem ser usados para promover determinadas ideologias ou perspectivas políticas, influenciando a visão dos alunos sobre questões políticas e sociais. E, por fim, o papel aculturador e, em alguns casos, doutrinador para com as gerações mais jovens, influenciando seus valores, crenças e compreensão do mundo.

Os livros didáticos desempenham várias funções, incluindo a transmissão de conhecimento, cultura e valores, a construção da identidade nacional, o exercício de influência política e a aculturação de gerações mais jovens. A forma como essas funções são desempenhadas pode variar, desde uma abordagem explícita até estratégias mais sutis. Portanto, pela perspectiva da TAR, o livro didático não é apenas um objeto passivo, mas um actante ativo que participa na construção e na negociação de significados e relações dentro do contexto educacional.

7.4 A FUNÇÃO DOCUMENTAL

A última função a ser destacada é a *documental*, que promove a autonomia dos alunos ao possibilitar que eles busquem referências no material de maneira independente, sem necessidade de orientação direta. Os livros são reconhecidos como uma coleção de documentos, incluindo texto e elementos visuais, que capacitam os alunos a explorar o conteúdo por conta própria, encorajando a pesquisa autônoma e o aprofundamento do conhecimento.

Acredita-se que o livro didático pode fornecer, sem que sua leitura seja dirigida, um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno. Essa função surgiu muito recentemente na literatura escolar e não é universal: só é encontrada — afirmação que pode ser feita com muitas reservas — em ambientes pedagógicos que privilegiam a iniciativa pessoal da criança e visam a favorecer sua autonomia; supõe, também, um nível de formação elevado dos professores (CHOPPIN, 2004, p. 553).

O livro didático possui diversas funções que desempenham dentro do contexto educacional. Porém, o primeiro a ser lembrado, é a sua atuação como uma fonte valiosa de informações, fornecendo um conjunto de documentos que podem incluir tanto texto quanto elementos visuais, como ilustrações, gráficos e imagens. Assim, o livro didático atua como um intermediário entre diversos actantes (humanos e não

humanos), como: autores, editores, instituições educacionais, políticas governamentais, entre outros. Esses actantes se conectam por meio do livro, quando este desempenha a ação de transmissão e da negociação de conhecimentos e valores culturais. Assim nesta função, o livro “não media, não produz diferença, apenas transporta sem modificar. Ele transporta (leva de um lugar para outro), mas não transforma” (LEMOS, 2013, p. 46). O intermediário faz parte da ação, mas fica em segundo plano. No entanto, pode a qualquer momento tornar-se um actante.

Nesse sentido, cinco teses trazem essa função para contribuir para a compreensão das abordagens presentes nos livros didáticos. Monteiro (2010) explorou o conceito de Física Moderna e Contemporânea nos livros, enquanto Tavares (2010) investigou a evolução da linguagem visual ao longo do tempo em tais materiais. Errobidart (2010) concentrou-se nos saberes necessários para ensinar os conteúdos de Ondulatória, Gomes (2012) examinou as representações sociais relacionadas ao conceito de Calor e Silveira (2018) analisou as formações imaginárias presentes nas propostas de atividades experimentais contidas nos livros.

Essas pesquisas destacam a relevância e a diversidade de funções desempenhadas pelos livros didáticos no campo da Educação, buscando enfatizar que o livro traz a junção de documentos para serem disponibilizados de forma acessível para os alunos, permitindo que eles explorem o conteúdo de forma independente, sem a necessidade de orientação direta.

Além disso, o livro didático desempenha a função de desenvolver o espírito crítico dos alunos (CHOPPIN, 2004). Pela observação e confrontação das informações presentes no livro, os alunos são incentivados a questionar, analisar e refletir sobre o que estão aprendendo. Isto promove a capacidade de pensamento crítico, uma habilidade valiosa para o desenvolvimento intelectual e a tomada de decisões.

A tese de Leite (2013) apresenta em suas considerações que “é possível afirmar que os formadores de professores que atuam diretamente em disciplinas do ensino de Física, fornecem aos licenciandos orientações e oportunidades de análises sobre o livro didático que se identificam com a função documental” (LEITE, 2013, p. 171). Portanto, o uso do livro didático é percebido como a utilização de um recurso que contém informações que devem ser submetidas a questionamentos e comparações com o conhecimento prévio dos seus leitores, sendo considerado um

elemento importante na cultura escolar, uma vez que oferece a oportunidade para a formação e o desenvolvimento crítico daqueles que o utilizam.

Na tese de Martins (2014), que aborda as diferentes maneiras pelas quais os livros didáticos de Física são selecionados, a *função documental* é destacada como um papel na escolha, pois, como afirmam alguns professores, “cumpre um importante papel para a escolha” (2014, p. 154).

Pode-se afirmar que essa função do livro didático, voltada para o desenvolvimento da autonomia dos alunos e o estímulo ao pensamento crítico, é uma abordagem relativamente recente na literatura educacional. Não se trata de uma abordagem universal e está mais presente em contextos pedagógicos que enfatizam a iniciativa pessoal dos estudantes e buscam fortalecer sua independência no processo de aprendizagem.

Ademais, para que essa função do livro didático seja alcançada, é imperativo que os professores possuam um alto nível de formação. Nesse contexto, vale ressaltar a tese de Carvalho (2018), que conduziu uma análise abordando as influências, semelhanças e discrepâncias entre os livros didáticos de Física no Ensino Médio e no Ensino Superior. Seu estudo demonstrou que em ambos os níveis de ensino, os livros desempenham o papel na orientação dos alunos, oferecendo o suporte necessário para que eles possam explorar o material de maneira autônoma e desenvolver o pensamento crítico de forma construtiva.

Em resumo, o livro didático desempenha funções complexas e variadas, desde fornecer informações de cunho científico, promover a autonomia e o pensamento crítico dos alunos, além de fornecer um suporte na prática docente, um documento histórico que reflete as mudanças na educação ao longo do tempo, e ser o divulgador da ciência, funções que influenciam e são influenciadas pelo contexto pedagógico e pela formação dos professores, destacando a importância do livro didático como um objeto técnico educacional multifacetado.

A complexidade dessas funções ressalta a importância do livro didático como um objeto técnico educacional multifuncional. Ele não apenas transmite conhecimento disciplinar, mas também facilita a interação entre alunos e professores, promovendo uma educação mais contextualizada e significativa. Portanto, é possível compreender o livro didático não apenas como um recurso pedagógico, mas como um elemento atuante na prática educacional contemporânea.

Assim, o livro didático não opera isoladamente, mas está integrado a uma rede de relações que moldam sua função e significado, destacando a complexidade das relações entre os actantes em contextos sociais. Assim, os livros didáticos, como objetos técnicos, têm agência e capacidade de influenciar as interações na rede educacional.

Portanto, a análise do livro didático ressalta a importância de considerar não apenas os aspectos humanos, mas também os não humanos, na compreensão das práticas educacionais, levando-nos a reconhecer que o livro didático não é apenas um recurso passivo, mas, um participante ativo das interações complexas entre diversos agentes no ambiente educacional.

8 CARTOGRAFIAS DAS CONTROVÉRSIAS DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

A Teoria Ator-Rede (TAR) permite compreender as relações, interações e conexões entre actantes, sejam eles humanos ou não humanos, que constituem redes sociotécnicas. Ela não pretende impor uma única ordem, limitar os actantes aceitáveis, revelar o que eles são ou acrescentar alguma consciência à sua prática. Pelo contrário, para Latour (2012) o *slogan* da TAR seria

[...] “seguir os próprios atores”, ou seja, tentar entender suas inovações frequentemente bizarras, a fim de descobrir o que a existência coletiva se tornou em suas mãos, que métodos elaboraram para sua adequação, quais definições esclareceriam melhor as novas associações que eles se viram forçados a estabelecer. A sociologia do social funciona bem quando se trata daquilo que já foi *agregado*, mas nem tanto quando o problema é reunir novamente os participantes naquilo que não é – *ainda* – um tipo de esfera social (LATOURE, 2012, p. 31).

Na análise do *slogan* de Latour (2012) a sociologia tradicional, que muitas vezes se concentra no que já está agregado e reconhecido como parte da esfera social, pode ter limitações ao lidar com situações emergentes ou formas de associação ainda não reconhecidas como tal. Portanto, a abordagem da TAR em seguir os próprios atores busca capturar e compreender a dinâmica em evolução das redes sociotécnicas, mesmo quando essas redes ainda não foram completamente reconhecidas como esferas sociais convencionais.

O propósito da TAR de seguir os próprios atores é atingir o coletivo, emergindo dos ajustes nos papéis, nos objetivos e nas ações correspondentes e a associação estabelecida entre os actantes é um produto das combinações dessas propriedades. Assim, a TAR oferece uma abordagem para analisar a Educação Básica como um aglomerado de redes de actantes, envolvendo tanto seres humanos (professores, alunos, gestores escolares) quanto não humanos (materiais didáticos, currículos, políticas educacionais), que ajudará a destacar como esses diversos elementos se conectam e influenciam uns aos outros na construção da realidade educacional.

O grande desafio para um estudo da TAR reside na elaboração de uma narrativa que consiga mapear uma rede. Essa narrativa deve destacar tanto os elementos humanos quanto os não humanos, abrangendo as mobilizações, os movimentos de translação e os fatos listados.

O presente estudo teve como objeto de pesquisa os livros didáticos de Física, que foram financiados pelo Estado, e procurou mapear redes que os têm como

actante. Para tanto, foram analisadas duas controvérsias em torno desse objeto técnico.

A primeira controvérsia analisada abordou quem ou o quê mantém essa presença? Seriam os autores e editores que elaboram os conteúdos, os professores que os utilizam em sala de aula, ou as políticas públicas que garantem sua distribuição? Essa controvérsia não reside apenas na existência dos livros, mas em uma rede de actantes que sustentam sua presença no cenário educacional.

A segunda controvérsia surgiu a partir das funções gerais do livro didático propostas por Choppin (2004): *referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental*, junto à análise das teses que tiveram os livros didáticos de Física como objeto de estudo. Esta controvérsia reside na interpretação de *como as ações do livro didático de Física como um actante que, através de suas múltiplas funções, se entrelaça em uma complexa rede de interesses e actantes no contexto educacional brasileiro, criando tensões e interações que garantem sua presença na cultura escolar?* Essa controvérsia faz com que cada função do livro seja questionada e evidencie sua participação ativa no processo educacional.

A busca da compreensão dessas controvérsias pela TAR permitiu compreender esta complexidade ao destacar como o livro didático interage e é moldado por redes dinâmicas de influências e disputas na Educação Básica. A construção dessas redes em torno do livro fundamentou-se na aplicação do conceito de "fluxo sanguíneo da ciência" de Latour (2001), que compreende a rede por meio de suas conexões, inserindo os não humanos no discurso em torno da controvérsia analisada. Esse conceito foi utilizado para mostrar as associações e elementos para a narrativa, dialogando com os cinco circuitos constituintes da metáfora. No caso em questão, a aplicação do "fluxo sanguíneo da ciência" aos livros didáticos assumiu as particularidades em cada um dos circuitos, a seguir descritas.

Circuito de mobilização do mundo – Foram identificados os actantes (humanos e não humanos) envolvidos na controvérsia, como autores, editores, professores, alunos e políticas educacionais. Em seguida, foi examinado como o livro mobiliza o mundo ao seu redor gerando ações e mediações com esses actantes no contexto educacional da Educação Básica.

Circuito de autonomização – Foi analisado como o conhecimento contido no livro didático de Física é validado e consolidado como apresentação do currículo escolar definido por políticas públicas, fortalecendo sua presença ao longo da história

em instituições educacionais e incorporando-o como um objeto técnico que dialoga com as diretrizes curriculares, fazendo-o parte da cultura escolar.

Circuito das alianças – Foi feito o mapeamento das alianças, identificando as diversas parcerias e colaborações que sustentam a produção, distribuição e presença do livro didático de Física, como editoras, instituições de ensino, órgãos governamentais, associações educacionais, entre outros.

Circuito da representação pública – Foi explorado como o livro didático de Física é comunicado e utilizado pelo público em geral, incluindo professores, alunos, pais e comunidade escolar; essa circulação envolve políticas de distribuição e uso do livro didático dentro ou fora da sala de aula.

Circuito dos vínculos e nós – Por fim, foram encontradas as redes de conexões entre os diferentes actantes e elementos envolvidos na controvérsia estudada em torno do livro didático de Física, evidenciando suas relações e interações com outros actantes que interferem no processo educacional.

Ao seguir essas etapas e analisar os circuitos propostos por Latour (2001), foram criados mapas para representação visual das redes sociotécnicas que envolvem as controvérsias envolvendo o livro didático de Física, visualizando as interações complexas entre os diversos actantes e elementos desta rede, proporcionando uma compreensão mais profunda das ações do livro no contexto educacional. As controvérsias foram divididas em duas seções, proporcionando uma compreensão abrangente do processo científico, destacando as interações entre actantes, humanos e não humanos, com o objetivo de evidenciar as associações entre esses agentes e os elementos narrativos que se relacionam às ações e conexões do livro didático no contexto educacional.

8.1 A CONTROVÉRSIA DA PRESENÇA DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A primeira controvérsia sobre o livro didático de Física levanta questões sobre a responsabilidade do Estado no financiamento desses materiais educacionais, quando se questiona *quem ou o quê mantém essa presença* na Educação Básica. No sentido crítico, como os livros didáticos são financiados com dinheiro público, é indispensável garantir que esses recursos sejam utilizados para promover uma educação objetiva e de qualidade. Essa consideração gera questionamentos relevantes sobre a utilização dos recursos públicos e a possível existência de viés

político na seleção desses materiais. A controvérsia destaca em sua segunda parte, “*seriam os autores e editores que elaboram os conteúdos, os professores que os utilizam em sala de aula, ou as políticas públicas que garantem sua distribuição?*” Destacando a necessidade de transparência e imparcialidade no processo de escolha e distribuição dos livros, reconhecendo o importante papel do Estado nesse contexto.

Neste sentido, destaca-se uma das maiores políticas públicas voltadas para o livro didático no Brasil, o Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD). Com sua implementação, o PNLD passa “a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federais, estaduais, municipais e distrital” (MEC, 2023).

Diante de sua importância, o PNLD passou por várias atualizações desde sua criação em 1985, com o intuito de aprimorar o processo de seleção, aquisição e adaptação às transformações educacionais e sociais. Vinculado diretamente ao Ministério da Educação (MEC), o PNLD é responsável por formular diretrizes, estabelecer critérios de seleção, coordenar a avaliação de livros didáticos por comissões especializadas e gerenciar a distribuição para escolas públicas. Essa estreita ligação destaca a relevância do PNLD como uma ferramenta do MEC para facilitar o acesso a materiais didáticos de qualidade, contribuindo assim para o progresso da educação no país.

Destaca-se também a forma de aquisição dos livros didáticos pelo PNLD, que envolveu a inclusão progressiva das disciplinas presentes na matriz curricular, começando pelo Ensino Fundamental e, a partir de 2004, estendendo-se gradativamente ao Ensino Médio, de forma que os livros didáticos de Física chegaram aos alunos a partir do ano de 2009. É importante enfatizar essa data, pois antes desse período houve carência de material didático para o Ensino Médio na maioria das escolas públicas, e esse fator “contribuiu para a constituição de determinados modelos de aula de Física, entre os quais aquele baseado na escrita dos textos, fórmulas ou sínteses no quadro de giz, com a cópia dos alunos feita em seus cadernos” (GARCIA, 2012, p. 151).

Em 2009 todas as séries e disciplinas do Ensino Fundamental ao Ensino Médio foram atendidas pelo PNLD, transformando o livro em uma presença constante “nas salas de aulas e, embora muitos novos recursos tecnológicos estejam disponíveis, os

livros ainda representam o material mais utilizado e acessível aos alunos” (SOUZA; GARCIA, 2013, p. 1).

Outro fator determinante na aquisição de livros didáticos pelo PNLD é a relação estabelecida com as editoras, que desempenham os papéis de produtores dos materiais educacionais para as escolas públicas. O processo de participação das editoras tem início com a convocação pelo MEC por meio de um edital, em que critérios e diretrizes são delineados para orientar a participação no Programa. As editoras interessadas respondem a esse edital submetendo suas obras para avaliação de comissões especializadas.

Portanto, o livro estabelece uma conexão direta com as editoras, o sistema educacional e o Estado, durante os processos de elaboração, produção, aquisição até a distribuição, fortalecendo uma abordagem que encara o livro, por um lado, como uma mercadoria (APPLE, 1995). Nesse contexto, ao abordar a implementação da política pública observa-se “uma movimentação anual bilionária de recursos destinados ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), provocando uma disputa entre as editoras que atuam com este produto pela aprovação de suas obras e posterior preferência na seleção realizada pelos docentes” (SILVA, 2018, p. 38).

Dessa forma, as editoras, com o intuito de obter preferência na seleção dos livros, buscam uma relação direta com a gestão escolar das instituições de ensino, construindo laços de comunicação e interação para promover a divulgação de seus produtos. A gestão escolar “é vista por alguns estudiosos como a mediação entre recursos humanos, materiais, financeiros e pedagógicos, existentes na instituição escolar” (BRASIL, 2006, p. 28) que busca uma ação colaborativa que abrange a administração dos recursos, ou seja, integra-se aos projetos pedagógicos, à orientação aos professores, ao monitoramento e avaliação, e à participação em decisões estratégicas.

Entretanto, para receber os livros didáticos do PNLD, pela Resolução CD/FNDE n.º 42, de 28 de agosto de 2012, “é necessário que a escola pública participe do Censo Escolar do INEP e que a rede à qual está vinculada ou a escola federal tenham feito adesão formal ao programa” (MEC, 2023)

Esta parceria PNLD, editoras e gestão escolar, tem como objetivo assegurar uma implementação dos livros didáticos que seja capaz de se alinhar aos objetivos educacionais da escola e favorecer o êxito das práticas de ensino e aprendizagem. Quando a gestão escolar é colaborativa, ela abrange desde a gestão logística até a

integração curricular e o suporte contínuo aos professores. No caso de suporte ao docente, a gestão escolar é responsável pelo direcionamento do "Guia Digital do PNL D, que orienta o corpo docente e o corpo diretivo da escola na escolha das coleções para aquela etapa de ensino" (MEC, 2023).

Nesse contexto, já é possível observar a relação do PNL D, livro didático de Física e o professor, interação de suma importância para o sucesso do processo de ensino e aprendizado. A participação inicial do professor acontece no processo de avaliação e escolha dos livros que melhor se alinham às suas necessidades pedagógicas e aos objetivos educacionais.

Assim, o livro didático traz ao docente,

ao menos em princípio, os conteúdos e concepções definidos pelos documentos oficiais, servindo para a efetivação de políticas públicas por meio do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Além disso, oferta ao docente uma versatilidade de métodos e estratégias de ensino e também pode auxiliar no planejamento das aulas e na própria aprendizagem dos professores (ARTUSO; SILVA; SUERO, 2020, p. 173).

Nesse sentido, o PNL D visa garantir o alinhamento desses materiais com o currículo educacional estabelecido, tornando-se para o professor um recurso valioso para fornecer uma instrução consistente e alinhada aos padrões e objetivos educacionais, auxiliando a promover uma educação de qualidade.

No contexto mais amplo, a interação entre o PNL D, o livro didático de Física e o professor não se limita apenas à escolha e implementação dos materiais, mas envolve também a capacidade do professor em adaptar os recursos didáticos às necessidades específicas de seus alunos e ao contexto escolar. Essa adaptação envolve a personalização do ensino, considerando características regionais, culturais e individuais dos alunos, contribuindo assim para uma abordagem mais eficaz e envolvente no processo educacional. Nesse sentido, é fundamental que o livro didático incorpore dados e interpretações sobre culturas locais e universais, aproximando o saber popular do aluno ao saber científico.

Nesse sentido, Artuso *et al.*, (2020) afirmam que

[...] se deseja que o livro didático abarque dados e interpretações sobre culturas locais e universais e aproxime do aluno o saber científico. Para atender a essas expectativas, todas as coleções brasileiras de Física contam com um livro do aluno e um manual do professor, sendo que este possui orientações específicas para o docente, tais como sugestões e resoluções de atividades e avaliações, textos complementares, sugestões de encaminhamento didático-metodológico, aprofundamentos conceituais e indicações de leitura que ampliam as possibilidades de trabalho com o exemplar do livro do aluno. (ARTUSO *et al.*, 2020, p. 27).

Diante dessas relações do livro didático, torna-se evidente que um de seus principais objetivos é o de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem na Educação Básica, o que faz com que todas as ações e conexões delineadas tenham como foco central o aluno. Por exemplo, o manual do professor, ao oferecer direcionamentos específicos e recursos complementares, visa potencializar a capacidade do docente em adaptar o material didático às necessidades individuais dos alunos e ao contexto escolar, consolidando assim o compromisso com uma abordagem envolvente no processo educacional.

Dessa forma, o aluno deve ser visto não apenas como um sujeito fruto de seu tempo histórico, das relações sociais em que está inserido, mas também como um ser singular, que atua no mundo a partir do modo como o compreende e de como lhe é possível dele participar. Portanto, "refletir sobre os currículos, as metodologias, as práticas docentes e os materiais usados na disciplina de Física, deve estar alinhado com a proposta de formar cidadãos capazes de compreender e atuar em seu cotidiano" (SILVA; PORTELA, 2018, p. 64).

Observar essas relações, com base nas discussões teóricas apresentadas ao longo dessa pesquisa, dos livros didáticos existentes até sua utilização no ensino de Física, em especial nas redes públicas de ensino que têm sua garantia de participação no PNL D, é possível percebê-lo como um objeto técnico que pode contribuir para a formação de indivíduos reflexivos, críticos e atuantes na sociedade em que estão inseridos. Enfatizar a presença e importância dos livros didáticos de Física, visando ser ainda um dos principais recursos didáticos na Educação Básica, ressalta a sua relevância no processo de ensino e aprendizagem.

Como decorrência dessas reflexões, buscou-se compreender as relações entre actantes, sejam eles humanos ou não, assim como as interações e conexões que formam a rede sociotécnica em torno dessa controvérsia, utilizando como ponto de partida o sistema circulatório da metáfora do "fluxo sanguíneo da ciência" de Latour (2001).

Primeiramente, no circuito de Mobilização do Mundo, a controvérsia reside na mobilização do contexto educacional para a criação e utilização dos livros, incluindo nas práticas pedagógicas. Em seguida, no circuito de Autonomização, a controvérsia se manifesta quando os resultados contidos nos livros são validados e consolidados como parte do currículo escolar, tornando-se um objeto técnico presente na Educação

Básica, que envolve sua seleção e aprovação pelos órgãos educacionais competentes.

No circuito de Alianças, a controvérsia está relacionada às parcerias que sustentam a produção, distribuição e uso dos livros, sendo já possível identificar alguns dos actantes que estão conectados para manter a presença do livro didático ao longo do tempo. No quarto circuito, de Representação Pública, a controvérsia pode ser observada quando os livros são comunicados e utilizados pelo público em geral, envolvendo estratégias de políticas de distribuição e o impacto do livro no ensino e aprendizagem.

Por fim, no circuito de Vínculos e Nós, a controvérsia reside na formação de redes de conexões entre os diferentes actantes envolvidos no uso dos livros, que inclui as interações iniciando nos autores até os leitores dos livros, a influência no ambiente educacional e as políticas públicas que ajudam em sua existência e distribuição mantendo sua presença na Educação Básica.

Ao considerar esses cinco circuitos, pode-se compreender a complexidade da controvérsia sobre a presença dos livros didáticos de Física no cenário educacional, destacando as múltiplas interações e influências que sustentam sua relevância e utilização. Assim, esboçaram-se conexões sociais em torno do livro, construindo uma narrativa com a dinâmica social articulando e formando uma rede educacional tecida por meio das ações e relações de actantes em torno do livro. Como resultado dessa dinâmica social, percebe-se, na narrativa do livro didático, a atuação de humanos e não humanos na mediação que envolve aspectos políticos, econômicos e pedagógicos.

Para identificar os actantes desse coletivo levou-se em consideração suas estratégias de ação e o modo como realizam suas mediações, encontrando suas conexões e interações que contribuem para manter a presença dos livros didáticos de Física na Educação Básica. Diante do embasamento teórico desta pesquisa considerando como principal fator a realidade das políticas públicas que envolvem o livro, identificaram-se como actantes na formação desta rede educacional: o aluno, o Estado, as editoras, a gestão escolar, o Ministério da Educação (MEC), o Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD) e o professor.

O livro didático e o aluno são actantes de mediação, pois ambos desempenham ações na transformação e na reconfiguração das relações e dos processos de ensino e aprendizagem na rede educacional, podendo ser visto como uma influência

dinâmica de interações. O livro didático pode ser considerado um actante de mediação porque ele não só transmite conhecimento, mas também o organiza, o apresenta de uma maneira específica e pode guiar a aprendizagem dos alunos na rede, influenciando a ação dos alunos na sala de aula ou fora dela, contribuindo para a construção do conhecimento.

Assim, a estrutura, a linguagem e os exemplos usados no livro didático podem modificar a compreensão dos alunos e a forma como eles aplicam o conhecimento. O aluno também atua como um mediador ao interagir com o livro didático, na interpretação do conteúdo, fazendo as conexões com seus conhecimentos prévios, questionando, discutindo com outros alunos e o professor, e aplicando o que aprendeu em novos contextos. Os alunos, portanto, não apenas recebem informações, mas as transformam e as reconstróem, influenciando e modificando a rede educacional. Portanto, compreender as relações do livro didático com o aluno contribuirá para a formação de indivíduos reflexivos, críticos e atuantes na sociedade em que estão inseridos.

Na TAR, o professor também pode ser considerado um actante de mediação quando interage com o livro didático. O professor desempenha um papel importante na mediação do conhecimento entre o livro didático e os alunos. Ele auxilia na interpretação do conteúdo do livro, adapta as explicações conforme a necessidade dos alunos, ajuda a responder às perguntas, contextualiza o material com exemplos práticos e facilita discussões. Além disso, o professor pode selecionar quais partes do livro enfatizar e quais atividades propor, moldando assim a experiência de aprendizagem dos alunos.

É possível também observar a interação professor-livro didático, que “caracteriza-se como um híbrido, pois se configura a partir da associação entre humanos e não humanos (sujeito e objeto)” (OLIVEIRA; PORTO, 2016, p. 20). Quando o professor utiliza o livro didático, ocorre uma mediação dupla, o livro fornece o conteúdo e a estrutura, enquanto o professor interpreta, adapta e transmite esse conteúdo de forma que seja acessível e relevante para os alunos. Essa interação transforma e favorece o processo educacional, permitindo uma aprendizagem mais dinâmica e contextualizada. Logo, na TAR, tanto o professor quanto o livro didático são actantes de mediação, podendo atuar juntos na rede educacional, cada um desempenhando ações na transformação e na facilitação das interações e no processo de ensino e aprendizagem.

A gestão escolar pode ser vista como um actante de mediação pois também interage com o livro didático. Por ser a responsável pela organização, a administração e a coordenação de recursos e atividades dentro das instituições de ensino, incluindo a seleção de livros didáticos, a implementação de currículos, o apoio ao desenvolvimento profissional dos professores, e na busca de garantir que os materiais didáticos sejam acessíveis e usados pelos alunos, sua influência está diretamente associada com a escolha, o recebimento, a distribuição e a utilização dos livros didáticos dentro das instituições de ensino.

A relação gestão escolar-livro didático é uma hibridização importante na mediação entre o livro e o processo de ensino e aprendizagem, pois é a partir das decisões da administração escolar que o agenciamento nas ações tem início, como, por exemplo, na escolha de quais livros serão adotados, baseando-se em critérios e alinhamento curricular, pensando na exposição do conteúdo junto às necessidades dos alunos. Assim, a gestão escolar, ao interagir com o livro didático, desempenha ações na facilitação, adaptação e otimização do processo educacional, buscando garantir que os recursos disponíveis sejam utilizados para promover a aprendizagem dos alunos.

Assim, a gestão escolar atua como um actante de mediação dos livros didáticos no processo de ensino e aprendizagem, estabelecendo conexões entre alunos, professores, editoras e o sistema educacional (Estado, MEC, PNLD).

As editoras produzem e encaminham exemplares dos livros didáticos aprovados (ou extratos deles) para as instituições de ensino, fazendo o primeiro contato com a gestão escolar, pela sua participação na decisão sobre quais livros adotar, tornando-se um mediador na criação e distribuição dos livros. Na busca de que suas obras sejam as escolhidas, as editoras procuram as gestões escolares e os professores para divulgarem seus materiais antes das escolhas finais pelo PNLD. Além disso, essa relação busca colaborar com a expectativa das editoras de que os livros didáticos estejam alinhados com as diretrizes curriculares e as necessidades específicas dos alunos.

Expandindo o contexto da mediação educacional, os livros também interagem com diretrizes oficiais na busca de atender às necessidades educacionais exigidas nas políticas públicas vigentes, estabelecendo assim relações diretas com o Estado, o MEC e o PNLD.

Assim, o Estado torna-se um importante mediador por meio de suas políticas públicas e de seu financiamento. Ele define normas e diretrizes que orientam o conteúdo e a utilização dos livros didáticos na Educação Básica. Por meio do MEC, o Estado estabelece e aplica as políticas educacionais, aprova conteúdos e coordena programas como o PNLD, conectando os interesses do governo, das editoras, das gestões escolares, dos professores e dos alunos.

O PNLD, especificamente, exerce a mediação entre editoras e gestão escolar, garantindo a distribuição de livros didáticos para as instituições de ensino público, funcionando como um mediador do Estado, através do MEC. Além disso, o Programa atua como regulador da produção e aquisição dos livros didáticos, fazendo a seleção, a avaliação e a distribuição desses objetos técnicos, impactando diretamente o acesso dos alunos a esses recursos didáticos.

Assim, todos estes elementos – Estado, MEC e PNLD – atuam como actantes de mediação do livro didático no processo educacional, desempenhando papéis interdependentes que facilitam a criação, distribuição e utilização dos materiais didáticos, contribuindo de maneira significativa para sua presença na Educação Básica.

Dessa forma, os actantes – alunos, professores, Estado, editoras, gestão escolar, MEC, PNLD – diante de suas mediações, associadas à controvérsia *quem ou o quê mantém a presença* dos livros didáticos na Educação Básica, juntos, auxiliam na compreensão e otimização das interações complexas que moldam o sistema educacional.

Portanto, o aluno não é apenas um receptor passivo de conhecimento, mas um participante ativo que influencia e é influenciado pelos materiais didáticos, pelo ambiente escolar e pela interação com seus pares e professores. A sua presença na rede sociotécnica reflete a ação humana associada aos livros didáticos no processo de ensino e aprendizagem.

O Estado, por meio de suas políticas educacionais e financiamento, exerce um papel regulador, estabelecendo normas, diretrizes e currículos que moldam a educação nacional, buscando uma educação de qualidade e a expansão do acesso à Educação Básica. O MEC, entidade agenciada pelo Estado, coordena e aplica as políticas educacionais em nível nacional, e supervisiona programas como o PNLD, que seleciona e distribui materiais didáticos para instituições públicas.

O PNLD funciona como um elo entre o governo, as editoras e a gestão escolar, facilitando a distribuição de materiais didáticos para sua inclusão nas práticas pedagógicas; sua atuação na rede sociotécnica garante que os recursos estejam alinhados com as diretrizes curriculares, busque as necessidades dos alunos e seja um recurso didático ao professor.

As editoras, por sua vez, são responsáveis pela produção e distribuição dos materiais didáticos, em parceria com o PNLD. Elas não apenas fornecem livros, mas também influenciam o conteúdo e o formato desses recursos de acordo com as regulamentações do MEC.

A escolha desses mediadores para a construção de uma rede sociotécnica na educação não foi apenas para reconhecê-los pelas suas heterogeneidades, mas também para enfatizar a interdependência e a colaboração entre eles. Essa abordagem foi integrada à estrutura teórica adotada que, à luz da TAR, permitiu compreender a complexidade das relações entre esses diferentes elementos nessa narrativa, reconhecendo a existência tanto dos actantes humanos quanto dos não humanos na controvérsia que questiona a presença do livro didático no decorrer do tempo na Educação Básica.

Porém, para TAR os actantes: aluno, Estado, editoras, gestão escolar, MEC, PNLD e professor, além de mediadores, também podem ter comportamento de intermediários, dependendo da controvérsia estudada, pois são facilitadores para interações entre outros actantes, e podem ser essenciais para estabilizar e manter redes sociotécnicas funcionando, pois participam ativamente na construção das relações e na configuração em ações dentro do contexto educacional.

Para a TAR, os intermediários são elementos-chave para entender como as redes sociotécnicas são construídas, mantidas e transformadas ao longo do tempo. Portanto, desde o Estado e suas políticas educacionais até as editoras que produzem materiais didáticos, cada elemento pode se comportar como intermediário que molda e influencia o ambiente educacional. O MEC e o PNLD coordenam a distribuição de recursos e estabelecem diretrizes, enquanto a gestão escolar organiza a implementação dessas políticas no nível local. Os professores, por sua vez, não apenas desenvolvem o currículo, mas também adaptam e selecionam recursos para atender às necessidades dos alunos, que interagem com esses materiais e influenciam a dinâmica da aprendizagem. Essas interações complexas podem ser analisadas observando-os como intermediários, mas também podem oferecer outras

perspectivas para compreender a construção e transformação contínua do sistema educacional.

8.1.1 A construção da Cartografia de Controvérsias sobre a presença do livro didático na Educação Básica

A construção da Cartografia de Controvérsias pela Teoria Ator-Rede é um desafio, devido à ausência de uma padronização técnica para esse tipo de mapeamento. Essa pesquisa criou suas redes inspirada na metáfora de Latour (2001) sobre o "fluxo sanguíneo da ciência", apresentada no artigo de Venturini (2010) sobre representações cartográficas, e no livro de Oliveira e Porto (2016) intitulado "Educação e Teoria Ator-Rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas", para o mapeamento de suas associações entre os actantes mediadores. Esses trabalhos forneceram uma base que permitiu identificar e analisar as complexas interações entre diversos actantes, revelando a dinâmica das redes sociotécnicas no contexto educacional.

Para a visualização das redes foi usado o software *Gephi*⁴⁴, uma ferramenta de fonte aberta utilizada para estruturar e analisar redes complexas, dispondo em sua base uma infinidade de plug-ins e métricas para a análise das redes (BASTIAN; HEYMANN; JAYCOMY, 2009). Esse software possibilitou o desenho das redes de relações compostas por humanos e não humanos geradas pelas controvérsias sobre os livros didáticos de Física. Nas redes, os nós representam os actantes e as arestas⁴⁵, que são as ligações entre os nós da rede sociotécnica, as conexões forjadas por suas ações.

No *Gephi*, para tornar graficamente compreensível à formação dos grupos, foi utilizado o algoritmo ForceAtlas2⁴⁶(JACOMY *et al.*, 2012) para a distribuição dos nós na rede. Esse algoritmo é a opção padrão de layout do *Gephi* para visualização de

⁴⁴ Um software de código aberto e gratuito, utilizado para organizar, visualizar, explorar e conectar dados de redes. Disponível em: <https://gephi.org/>. Acesso em: 15 nov. 2023. (PORTAL GEPHI, 2023).

⁴⁵ No *Gephi*, as linhas que representam as uniões entre os nós são chamadas de arestas. Elas são utilizadas para modelar as interações entre os actantes. Elas são direcionais e a ligação entre os nós não é necessariamente mútua.

⁴⁶ O Force Atlas 2 foi criado por Mathieu Jacomy no Sciences Po Médialab (Paris), membro fundador do Consórcio Gephi. É um algoritmo incorporado no próprio software do *Gephi*, para criação de layouts desenvolvidos como um plugin e seu objetivo é desenhar um gráfico mais inteligível ao usuário.

redes, pois simula forças físicas para criar representações visualmente atrativas e informativas de estruturas de dados complexas. A escolha desse algoritmo permite criar um layout formado por forças direcionadas, ou seja, ele simula um sistema físico para espacializar uma rede, onde os nós se repelem, como partículas com carga, e as bordas atraem seus nós, como molas. Essas forças criam um movimento que converge para um estado de equilíbrio.

Outro recurso utilizado no *Gephi* para a visualização das redes, foi o teste estatístico de modularidade, que é uma medida que leva em consideração a relação dos nós com seus vizinhos, ou seja, uma medida de vizinhança, levando em consideração o quanto um nó tende a aparecer em determinado grupo. Esse teste ajudou a identificar a formação de grupos com base no seu grau de interação, resultando na decomposição da rede em partições. Por exemplo, redes com alta modularidade possuem conexões densas entre os nós das comunidades e baixa densidade entre os nós de diferentes comunidades.

No *Gephi* também pode-se indicar o número de conexões com que um nó está diretamente conectado. Isso foi feito pelo chamado grau de saída, que pode ser identificado pelo tamanho e pela intensidade da cor dos nós. Pela Teoria Ator-Rede, um nó com um alto grau de saída é indicativo da existência de conexão com outros mediadores necessários para que um actante, no nosso caso, o livro didático, mantenha sua presença num contexto, no nosso caso, na Educação Básica, facilitando as associações para a rede existir.

A visualização da aplicação desses comandos no software *Gephi* é apresentada no Apêndice 1, onde foi possível manipular as estruturas, formas e cores da rede, revelando padrões ocultos nos dados analisados à luz da Teoria Ator-Rede. O resultado desses tratamentos tomou em conta a imersão de cada nó na rede para seu posicionamento, levando a um arranjo onde a proximidade física dos nós indica sua imersão no grupo mais conectado do que nas redondezas. O cálculo das métricas básicas de centralidade de grau de saída e modularidade na rede definiram o tamanho dos nós e representaram a intensidade da cor de cada nó.

Assim, temos a representação da rede sociotécnica dos actantes: aluno, Estado, editoras, gestão escolar, MEC, PNLD e professor, apresentada na FIGURA 2, considerando os agentes que foram analisados e evidenciados para contribuição na presença dos livros didáticos de Física no processo educacional. O *Gephi* gerou a cartografia que se forma em torno de nós representando os actantes, revelando e

moldando a circulação entre eles, baseando-se na metáfora do “fluxo sanguíneo da ciência” de Latour (2001).

As setas verdes na rede indicam interações e influências entre os diferentes actantes com o livro didático. O MEC interage com o Estado, as Editoras, a Gestão escolar e o PNLD, destacando-se como mediador direto na regulamentação e distribuição dos livros. As Editoras têm uma relação direta com o MEC, Gestão escolar, PNLD e Professor, evidenciando seu agenciamento na produção e fornecimento dos livros. A Gestão escolar e o PNLD têm múltiplas interações, mostrando sua mediação na logística e na implementação dos livros nas escolas. Professores e alunos interagem com o livro didático de Física, sendo os principais usuários desse objeto técnico. Essa representação gráfica permite observar e inferir as representações das relações entre os elementos, o que auxilia na análise semântica da controvérsia da rede.

FIGURA 2 – Controvérsia sobre a presença do livro didático de Física na Educação Básica.



FONTE: A autora (2024)

Na análise visual da rede educacional na FIGURA 2, foi possível identificar actantes, que estão representados pelos nós, distribuídos e provenientes de associações heterogêneas, representadas pelas arestas que são as conexões entre os nós. Foi evidenciado que o contexto educacional configura-se em estruturas e não como entidades isoladas, ou seja, como uma rede onde diversos elementos se associam, estabelecem conexões e interações entre si.

Assim, a FIGURA 2 representa uma rede sociotécnica educacional, que é uma forma de análise que mapeia a interação entre actantes, humanos e não humanos, no contexto educativo. No centro desta rede está o livro didático de Física, representado como o actante central relativo⁴⁷ da narrativa. Pelo seu grau de saída torna-se o mediador com maior importância e facilitador nas interações da rede sociotécnica e em torno do qual os outros elementos se organizam.

As múltiplas conexões entre os elementos sugerem um sistema complexo e interdependente. A centralidade do livro didático de Física indica sua importância no sistema educacional e a necessidade de coordenação entre os diferentes actantes para a permanência de sua presença e utilização. As Editoras, Gestão escolar e PNLD formam um triângulo de interações chave para a implementação do livro didático nas instituições de ensino. Essa rede sociotécnica demonstra a complexidade envolvida na produção, distribuição e utilização dos livros didáticos de Física no contexto educacional brasileiro. A interdependência dos actantes, por sua vez, sugere que mudanças em um elemento (por exemplo, políticas do MEC) podem ter impactos significativos em toda a rede.

Entre os elementos da rede, temos o Estado, representando o poder público que define as políticas públicas e a alocação de recursos públicos para a Educação Básica, criando e implementando regulamentações e diretrizes para o livro didático, afetando outros actantes da rede. O Estado, com o seu agenciamento, delega ao MEC a responsabilidade pelo desenvolvimento e execução das políticas educacionais para

⁴⁷ O termo "relativo" foi inserido junto ao actante, pois ele é definido e redefinido constantemente pela rede de interações que o envolve, o que reflete a visão da TAR de que a realidade social e técnica é construída e mantida por essas interações. Isso significa que a "natureza" de um actante não é fixa ou intrínseca a ele, mas é definida pelas interações e associações que ele mantém com outros elementos da rede. A teoria rejeita a separação rígida entre o social e o técnico, argumentando que ambos se constituem mutuamente.

o livro, que interpreta e aplica as diretrizes do Estado, criando um conjunto de normas e regulamentos que guiam o sistema educacional.

O MEC, como mediador, define os critérios e procedimentos para a seleção de livros didáticos pelo PNLD. Este, então, operacionaliza essas diretrizes, avaliando e aprovando os livros que serão distribuídos nas instituições públicas do país. Os livros didáticos são selecionados com base nos critérios do PNLD. As editoras são as entidades que produzem e publicam os livros, ajustando suas produções para atender a esses critérios, no intento de que seus livros sejam aprovados no PNLD e adotados pelas instituições de ensino público.

As editoras estabelecem uma conexão com a gestão escolar, que administra as instituições de ensino e a implementação e a utilização dos livros nas práticas pedagógicas. Essa relação é fundamental para assegurar que suas produções sejam selecionadas pelo PNLD.

A Gestão Escolar distribui os livros didáticos aos professores, tornando-se mediador e criando esse agenciamento para as práticas pedagógicas. A conexão entre a gestão escolar e os professores também faz o elo para que os livros didáticos cheguem nas mãos dos alunos e criem um ambiente favorável ao aprendizado.

Os professores são usuários diretos do livro didático, responsáveis por sua implementação em sala de aula ou fora dela, utilizando-o para planejar e ministrar aulas, além de avaliar o progresso dos alunos com base no conteúdo do livro, sendo mediadores com associação direta ao aluno. Os livros didáticos fornecem suporte contínuo aos alunos, ajudando-os a entender e aplicar os conceitos, tornando os alunos beneficiários finais desse objeto técnico.

A estrutura da rede nos conduz a compreender as ações, formando armações dinâmicas, oferecendo uma visão panorâmica das composições coletivas e suas influências, mas não interrompe o fluxo ou reduz a complexidade do regulamento dessa rede sociotécnica. Assim, a controvérsia em torno da responsabilidade pela presença dos livros didáticos de Física no contexto educacional destaca conflitos de interesses entre actantes, especialmente no sistema público, tanto no âmbito econômico quanto no político e pedagógico. Esses conflitos refletem possíveis tensões entre um objeto técnico financiado pelo Estado e os interesses de diferentes actantes envolvidos no processo de produção, distribuição e uso desses materiais que vêm desempenhando ao longo do tempo funções na Educação Básica brasileira.

A controvérsia envolve questões pedagógicas, políticas e comerciais, com diferentes actantes que têm interesses, perspectivas e responsabilidades distintas no que se refere ao ensino da Física. E, cada um desses actantes reflete o impacto do livro didático como um objeto técnico e cultural que, embora seja financiado pelo Estado, carrega consigo a influência de diversas forças que moldam a educação. Esses conflitos de interesses revelam que, embora a presença dos livros didáticos de Física traga benefícios educacionais, há desafios significativos que precisam ser geridos para garantir que o foco principal permaneça na qualidade da educação e no desenvolvimento do aluno, e não em interesses políticos, econômicos ou ideológicos.

E ao considerar que, em muitas situações, o livro didático de Física representa o único recurso disponível para professores e acessíveis aos alunos, a controvérsia sublinha a dependência que o sistema educacional brasileiro tem em relação esse material específico.

8.2 A CONTROVÉRSIA SOBRE AS FUNÇÕES DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA

Com base nas análises das teses apresentadas na Seção 6, fundamentadas nas funções propostas por Choppin (2004) – *referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental* – prosseguindo com o método de Cartografia de Controvérsias (CC) pela Teoria Ator-Rede (TAR), foi realizado um estudo da controvérsia sobre a maneira como o livro didático de Física atua como um actante. Esse livro, através de suas múltiplas funções, se entrelaça em uma complexa rede de interesses e de actantes no contexto educacional brasileiro, criando tensões e interações que garantem sua presença na cultura escolar.

Neste estudo, foram destacadas uma variedade de ações desempenhadas pelos livros didáticos que indicam a sua importância na promoção da consistência no ensino da Física no Brasil, enfatizando a influência no contexto pedagógico, na formação dos professores e no processo educacional. Baseando-se nas funções gerais de Choppin (2004), explicitadas nas teses analisadas, as ações do livro serão contextualizadas em cada uma das funções.

A função *referencial* do livro didático de Física pode ser observada nas teses de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Leite (2013), Martins (2014), Silveira (2018) e Carvalho (2018). Essas teses destacam, através de diversas ações, que o livro didático é uma das principais fontes de referência tanto para professores quanto para alunos, especialmente no ensino público, devido à sua participação em políticas

públicas. Além disso, as pesquisas evidenciam que o livro didático serve como base para a prática docente e para o processo de aprendizagem dos alunos, funcionando como um objeto técnico que organiza e sistematiza os conteúdos conforme exigido pela legislação educacional, com o objetivo de levar essas informações ao âmbito escolar.

A função *instrumental* do livro didático foi objeto nas teses de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Tavares (2010), Gomes (2013), Leite (2013), Martins (2014) e Carvalho (2018), evidenciando o agenciamento desse objeto técnico na atuação da modelagem das práticas pedagógicas e no processo de ensino e aprendizagem, tornando-se uma possibilidade como um guia metodológico com conteúdos pré-definidos nas diretrizes curriculares para a prática docente. Ele pode ser usado de forma flexível, seja nas atividades dentro do ambiente escolar como em sala de aula ou como um recurso complementar para promover reflexões fora dele.

A função *ideológica e cultural* do livro didático apresenta-o como um reflexo das concepções do que é considerado importante para a Educação Básica e das ideologias da sociedade em que ele está inserido. As análises das teses de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Leite (2013), Martins (2014), Silveira (2018) e Carvalho (2018) revelaram interferências das políticas educacionais vigentes, influenciadas pelas legislações e órgãos governamentais. Esses estudos destacam como essas influências determinam os conteúdos, temas específicos e visões de mundo presentes no livro didático. Logo, essa função mostra que o livro didático não é neutro; pelo contrário, ele apresenta elementos culturais e ideológicos vinculados ao contexto social em que foi produzido, influenciando assim ações e agenciamentos dos alunos, professores, autores, editores e a própria legislação educacional.

Por último, a função *documental* do livro didático de Física pode ser evidenciada em todas as teses em diferentes olhares e ações. Essa função mostra que o livro serve como um registro documental de como o conhecimento científico e erudito foi construído ao longo do tempo.

Essa contribuição auxilia o professor no uso do livro didático no processo de ensino e aprendizagem ajudando a formação do aluno na construção do seu saber. Assim, o livro pode ser considerado um artefato da cultura escolar (MARTINS, 2014) que permanece presente ao longo do tempo, em parte devido às políticas públicas que incentivam seu uso no ambiente educacional ou fora dele.

Portanto, o livro didático desempenha múltiplas ações na educação, influenciando não apenas a prática docente, mas também o desenvolvimento cultural e ideológico dos alunos, comportando-se como um actante no olhar da Teoria Ator-Rede.

Assim, pelo conceito de "fluxo sanguíneo da ciência" de Latour (2001), no qual a ciência é vista como um sistema dinâmico e interconectado de produção e circulação do conhecimento, foram analisados os cinco circuitos em conexão com as funções do livro didático, para entender como o conhecimento científico é transmitido através de agenciamentos na Educação Básica.

O circuito de Mobilização do mundo envolve a capacidade da ciência de mobilizar recursos e fatos do mundo real para construir conhecimento, evidenciando a importância da função documental dos livros didáticos, pois eles servem como registros duradouros do conhecimento científico transcritos para o conhecimento escolar. Os livros documentam descobertas, teorias e experimentos, mobilizando essas informações para serem utilizadas na Educação Básica, garantindo que o conhecimento possa estar acessível e preservado para futuras gerações, permitindo a continuidade e a expansão do saber.

A Autonomização é o circuito que refere-se à capacidade da ciência de desenvolver-se de forma autônoma, criando normas e métodos próprios. No contexto dos livros didáticos, a função referencial se alinha com esse circuito, pois os livros deveriam compilar e sistematizar o conhecimento escolar de maneira autônoma, fornecendo uma base considerada confiável para o processo de ensino e aprendizagem. Eles asseguram que os conteúdos estejam de acordo com os critérios estabelecidos pelas diretrizes curriculares e com a legislação educacional vigente.

As Alianças, por sua vez, são essenciais para a construção do conhecimento científico, envolvendo a colaboração entre diferentes actantes, como cientistas, instituições e financiadores. Esse circuito reflete a função instrumental do livro didático, pois ele atua como um objeto técnico que contribui para a cooperação entre professores e alunos. Além disso, os livros didáticos são desenvolvidos com a contribuição de diversos especialistas, editoras, órgãos governamentais, formando alianças para sua existência e permanência ao longo do tempo no contexto educacional.

O quarto circuito surge da ideia de que a representação pública da ciência envolve a comunicação e a disseminação do conhecimento científico para a

sociedade em geral. Os livros didáticos desempenham a função ideológica e cultural ao apresentar a ciência de maneira que reflita e influencie a cultura e ideologia de uma sociedade, mostrando que não são apenas veículos de conhecimento, mas também objetos técnicos que moldam percepções e valores culturais.

E por último, a função instrumental dos livros didáticos que se relaciona com o circuito de Vínculos e nós, que se refere às conexões e interações que mantêm o sistema científico coeso, pois eles servem como pontos de conexão entre diferentes elementos do sistema educacional, como os vínculos dos professores, alunos, autores e políticas educacionais, criando uma rede de interações que sustentam o processo de ensino e aprendizagem. Os livros didáticos podem auxiliar as práticas pedagógicas, fortalecendo os nós da rede educativa.

Portanto, as funções dos livros didáticos interagem profundamente com os circuitos do "fluxo sanguíneo da ciência" de Latour (2001), evidenciando que um actante que não age apenas como um objeto de ensino, também desempenha ações que podem provocar a autonomia, alianças, mobilização, representação e conexão dentro do sistema educacional. Essa interconexão colabora para que o conhecimento escolar contribua para a formação de uma sociedade informada e preparada para enfrentar os desafios contemporâneos.

Dessa forma, a controvérsia acerca das ações do livro didático de Física, considerado um actante, revela como ele, através de suas múltiplas funções, se entrelaça em uma complexa rede de interesses e actantes no contexto educacional brasileiro, criando tensões e interações que asseguram sua presença na cultura escolar. A reflexão, baseada nos circuitos de Latour (2001) sobre as funções de Choppin (2004), expressa a dinâmica de uma rede educacional composta por actantes heterogêneos, tanto humanos (alunos, professores, autores dos livros) quanto não humanos (livros didáticos, conteúdos dos livros, editoras, legislação, PNLD).

Esses actantes, ao formarem uma rede complexa e interconectada, estabelecem relações que exercem influência nas ações desempenhadas pelos livros didáticos de Física na Educação Básica. A TAR enfatiza a importância de compreender essas interações para uma percepção ampla do impacto dos livros didáticos no contexto educacional, mostrando que esses objetos técnicos vão além de simples transmissores de informações, sendo mediadores na construção do processo de ensino e aprendizagem.

A importância do livro didático de Física para o professor e o aluno, devido à sua capacidade de organizar e sistematizar o conhecimento e por ser um objeto técnico mediador no processo de ensino e aprendizagem, especialmente nas escolas públicas, onde muitas vezes é a principal ou única fonte de informação impressa disponível, pode ser vista nas pesquisas de Monteiro (2010), Errobidart (2010), Leite (2013), Martins (2014) e Carvalho (2018),

Os alunos, vistos como actantes, fazem o agenciamento com o livro didático quando o utilizam para a construção do seu próprio conhecimento, realizando o processo de aprendizagem, que “só faz sentido se a pessoa dispõe dela para operar efeitos sobre si e sobre o mundo” (MELO, 2011, p. 180). Assim, nota-se que esses actantes surgem da tradução de interesses, onde o aluno pode aprender com o livro didático de Física pela mediação do professor, “desde que se ache um nexos entre o que se pretende ensinar e o que se pode aprender de um assunto num determinado momento” (MELO, 2011, p. 180).

Para Melo (2011):

Se tomarmos a palavra *traduzir* com o significado de tornar uma linguagem compreensível, transformar um enunciado problemático numa linguagem de um outro enunciado particular, poderíamos, então, entender a aprendizagem como uma ação que traduz e que transforma; na transmissão de um saber ou uma prática, tanto aquele que ensina como aquele que aprende precisam encontrar pontos de passagem para tornar a tradução possível, para tornar o aprendido parte de si, imprimindo nele a sua marca (MELO, 2011, p. 180).

Para Latour (2001), traduzir parte de seu duplo sentido, tanto podendo significar o deslocamento de uma linguagem a outra, como de um lugar a outro. Em ambos os casos, entende-se que o processo de tradução aplica-se tanto às aprendizagens na tradução da linguagem do livro quanto à mediação do livro ao passar das mãos do professor para o aluno. Na visualização do processo de ensino e aprendizagem, é necessária a materialidade para verificar sua influência e realização, as quais podem ser colocadas em ação por outros actantes (humanos e não humanos), tornando-se visíveis ao que está ao seu redor.

Os conteúdos presentes nos livros didáticos atuam como mediadores no processo de aprendizagem, exercendo impacto tanto na compreensão dos alunos quanto nas práticas pedagógicas dos professores. Nos livros didáticos de Física, os conteúdos são apresentados por meio de imagens, gráficos, textos, exercícios e ilustrações, que facilitam a aprendizagem e contribuem para a tradução e

compreensão dos conceitos. Essas mediações foram evidenciadas nos estudos das teses de Tavares (2010) e de Silveira (2018).

Outro olhar de Latour (2021) para a tradução indica que “trata-se de uma maneira de se opor à noção de informação” (2021, p. 101). Esse conceito na TAR está evidente na discussão sobre as funções do livro didático, que se manifesta quando o livro traduz os programas de ensino e os interesses das editoras em formas tangíveis. Por conta dessa tradução, o livro didático, como um objeto técnico, materializa-se na mediação entre a teoria pedagógica e a prática educativa, influenciando diretamente o contexto escolar.

A influência das políticas públicas sobre as ações dos livros didáticos na Educação Básica aparece nas teses de Leite (2013), Martins (2014), Silveira (2018) e Carvalho (2018) quando destacam o programa do PNLD, que estabelece as diretrizes e os padrões que impactam diretamente a produção e distribuição dos livros didáticos, mostrando como ele se entrelaça em uma rede de interesses e influências no contexto educacional.

Nas teses também foram identificados o agenciamento das editoras e dos autores dos livros que, por sua vez, têm parte na responsabilidade pela produção, seleção e distribuição desses materiais junto ao PNLD. Esse agenciamento evidencia a ação dos livros como uma mercadoria financiada pelo Estado. Martins (2014), em sua tese afirma que

Considerar os livros didáticos de Física como mercadorias implica em identificar de que modo os sujeitos acessam estes objetos, sendo possível a aquisição pela compra direta no mercado, pela compra no mercado com um apoio financeiro público ou pelo acesso gratuito através de programas governamentais de distribuição de livros didáticos, sustentado pelo conjunto da sociedade, através de impostos (MARTINS, 2014, p. 173).

Logo, as editoras e autores dos livros não são simplesmente criadores de conteúdo, mas também actantes que influenciam a rede ao tomar decisões sobre o formato, estilo e abordagem dos materiais didáticos, tornando-se tradutores dos conteúdos educacionais que procuram seguir as diretrizes estabelecidas pela legislação educacional. Assim, a legislação educacional, por meio de leis e regulamentações, exerce uma influência na estrutura e nos objetivos do sistema educacional, moldando indiretamente o conteúdo e a produção dos livros didáticos, funcionando como regulador na rede.

Verifica-se, assim, que essa rede complexa de actantes interage dinamicamente, moldando as funções e o impacto dos livros didáticos no ensino de Física, destacando a natureza multifacetada desse objeto, evidenciando sua importância no processo educacional, abrangendo aspectos cognitivos, culturais, ideológicos e sociais. O livro didático de Física é, assim, não apenas um repositório de informações científicas transformado em conhecimento escolar, mas também um objeto pedagógico, um veículo ideológico, um artefato cultural e um documento histórico.

E quando os livros estão presentes em uma rede sociotécnica do contexto educativo, podem-se encontrar suas conexões com diversos elementos, como professores, alunos, outros materiais didáticos e gestão escolar. A formação dessa rede ocorre por meio de associações e negociações, refletindo disputas sobre o conteúdo, a abordagem pedagógica e até mesmo a escolha do próprio livro.

Pela TAR pode-se enfatizar a construção social do conhecimento, destacando-se o livro didático de Física como um mediador no processo educacional, desempenhando ações como actante na Educação Básica. No entanto, apesar de sua relevância, ele é alvo de críticas por se adequar à padronização e uniformidade impostas pelos currículos educacionais, o que pode limitar a diversidade de abordagens pedagógicas e dificultar a adaptação às diferentes realidades e contextos educacionais, trazendo como consequência a falta de engajamento por parte dos professores e a possível visão linear e fragmentada que pode resultar de seu uso.

Além disso, existe a preocupação com a dependência excessiva dos livros didáticos como a única fonte de material educativo, mesmo consciente de que às vezes ele pode ser o único objeto técnico impresso a que se tem acesso. Assim, nas análises das teses houve recomendações de complementos com outros recursos, como aulas práticas, experimentos e jogos educativos, visando melhorar o processo de ensino e aprendizagem da Física na Educação Básica.

Esses pontos evidenciam como os livros didáticos de Física, por meio de suas múltiplas funções, se inserem, com outros actantes, em redes de interesses no contexto educacional brasileiro, gerando tensões e interações que asseguram sua contínua presença na cultura escolar. A seguir será apresentada a cartografia das funções dos livros didáticos para compreender essa dinâmica.

8.2.1 A construção da Cartografia de Controvérsias sobre as funções do livro didático de Física presença do livro didático na Educação Básica

A TAR oferece uma perspectiva valiosa para analisar a complexidade das interações e relações que surgem pelas funções dos livros didáticos de Física, pois, para Latour (2012), ao se delinear as conexões sociais, estão sendo construídas narrativas. Um bom exemplo é aquele que elabora uma rede em que os actantes são considerados atores integrais em uma trama de ações.

Para mapear a cartografia da controvérsia envolvendo as ações do livro didático de Física como um actante, que por meio de suas múltiplas funções se entrelaça em uma complexa rede de interesses e agentes no contexto educacional brasileiro, gerando tensões e interações que sustentam sua presença na cultura escolar, utilizou-se o software *Gephi*. Este software foi empregado para visualizar essa rede educacional, examinando as relações formadas por actantes, humanos e não humanos, no debate sobre os livros didáticos de Física. Os actantes são representados como nós, e as conexões formadas por suas ações são representadas como arestas neste contexto.

O caminho dentro do *Gephi* para a distribuição dos nós na rede foi o algoritmo ForceAtlas2 (JACOMY *et al.*, 2012) junto ao teste estatístico de modularidade, que ajudou a identificar as formações de grupos com base em seu grau de interação, resultando na decomposição da rede em partições. Os resultados obtidos no *Gephi* consideram a posição de cada nó na rede, organizando-os de modo a refletir a proximidade física e a imersão nos grupos mais densamente conectados. As métricas de centralidade de grau e modularidade foram calculadas e são representadas pelos tamanhos e pelas intensidades das cores de cada nó, respectivamente.

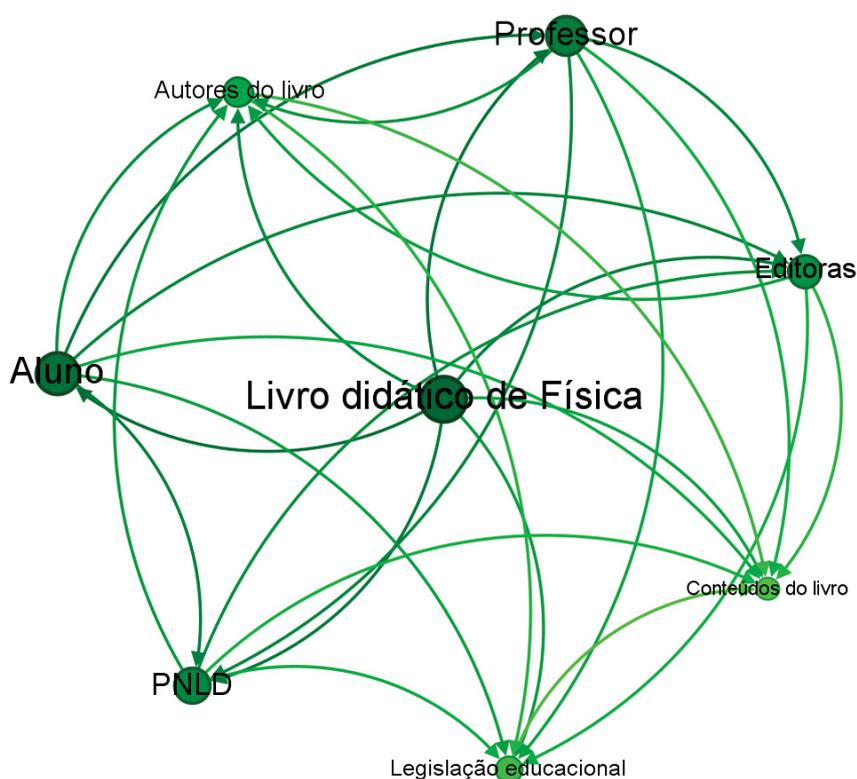
Com as análises das funções do livro didático de Física expressas nas teses que investigam este objeto, o resultado obtido no *Gephi* apresentou a rede sociotécnica dos actantes conforme a FIGURA 3. Nesta rede temos como actantes: o livro didático de Física, alunos, professores, conteúdo dos livros, autores dos livros, editoras, PNLD e legislação educacional.

A análise pela TAR destacou a importância da interconexão entre actantes, sejam humanos ou não humanos, estabelecendo, na controvérsia pelas traduções de interesses, as alianças e as dinâmicas evolutivas para compreender a influência com os livros didáticos de Física. No diagrama da FIGURA 3, a relação entre os actantes em uma rede educacional deve ser entendida como uma teia dinâmica e

interconectada, na qual o livro didático foi colocado como o actante central relativo pelo seu maior grau de saída, seguindo a mesma linha da primeira controvérsia.

Portanto, ao adotar a perspectiva da TAR na análise dos livros didáticos de Física, é possível perceber que eles não são simples ferramentas de ensino, mas mediadores em uma rede de relações sociais e técnicas, desempenhando ações importantes na construção do conhecimento no ambiente educacional, representado pelas setas que indicam as interações e influências com os outros actantes da rede.

FIGURA 3 – Rede sociotécnica a partir das análises das teses e as funções gerais do livro didático de Física.



FONTE: A autora (2024)

Para analisar a rede educacional, na FIGURA 3, em relação às funções de Choppin (2004) — referencial, instrumental, ideológica e cultural, e documental — deve-se considerar as conexões que o livro didático estabelece no ensino da Física, fornecendo uma base de conhecimento dos conteúdos definidos na legislação educacional.

Para alunos e professores, o livro serve como referência, oferecendo conteúdo sistematizado e validado cientificamente. Os autores do livro são responsáveis por compilar e organizar o conhecimento de forma acessível e precisa, enquanto os conteúdos do livro representam a essência do material referencial utilizado para o ensino e aprendizagem.

No processo de ensino e aprendizagem o livro didático é um objeto técnico que auxilia a prática docente e o estudo do aluno. Os professores utilizam o livro como guia para planejar aulas e orientar o ensino, enquanto os alunos usam o livro para estudar, revisar conteúdos e realizar exercícios. O PNLD garante que os livros sejam distribuídos nas instituições de ensino público, viabilizando o acesso ao material didático.

Logo, o livro transmite valores, normas e ideologias, influenciando a formação cultural e ideológica dos alunos, dos professores e da própria legislação educacional. Os autores dos livros, juntamente com as editoras e a legislação educacional, são responsáveis por decidir quais conteúdos serão incluídos, desde que estejam alinhados com as diretrizes e normas educativas estabelecidas, e refletindo determinadas ideologias e perspectivas culturais. Esses conteúdos funcionam como veículos para transmitir essas ideologias e valores aos alunos.

Por fim, o livro didático atua como um registro do conhecimento científico, preservando informações para futuras gerações. Os conteúdos dos livros documentam teorias, experimentos e descobertas científicas de forma estruturada, enquanto os autores registram o conhecimento de acordo com o estado da arte da Física. As editoras e o PNLD garantem a produção e distribuição desses documentos, assegurando que estejam disponíveis para alunos e professores.

A rede sociotécnica destacada na FIGURA 3 enfatiza as interações complexas e interdependentes entre diferentes actantes no contexto do livro didático de Física, fazendo que cada conexão represente uma faceta das funções do livro. A interação entre aluno e livro didático de Física representa uma ação direta do livro para a aprendizagem. Entre o professor e o livro didático de Física enfatiza-se um agenciamento do livro como objeto pedagógico. A conexão entre os autores do livro e o livro didático de Física reflete a criação e organização do conteúdo. A associação entre editoras e o livro didático de Física focaliza na produção e publicação do material. A relação entre o PNLD e o livro didático de Física destaca a distribuição e

a acessibilidade do objeto, enquanto a conexão entre a legislação educacional e o livro envolve a conformidade com as normas educacionais.

Portanto, cada actante nesta análise foi um elemento mediador da rede contribuindo para a realização das funções do livro didático, confirmando sua natureza multifacetada. Essa interconectividade assegura que o livro didático de Física não só informa, mas também instrui, documenta e molda as mentes dos alunos.

Logo, a análise pela TAR evidenciou uma heterogeneidade de actantes (humanos e não humanos) através das funções desempenhadas pelo livro na Educação Básica, rastreando os seguintes actantes: alunos, professores, PNLD, editoras, autores dos livros, legislação educacional (no contexto geral da intervenção do Estado) e até mesmo os próprios livros, e cada um desses mediadores desempenham interações e conexões nesta rede educacional.

Portanto, a análise das funções do livro didático de Física, conforme descritas por Choppin (2004), revela sua importância para a Educação Básica, como um objeto técnico que atua como uma referência no ensino, oferecendo conteúdos alinhados às diretrizes educacionais e validados cientificamente. Para os alunos, ele representa uma fonte de conhecimento sistematizado, enquanto que para os professores, é um guia que auxilia no planejamento de aulas e na orientação pedagógica.

Além de transmitir conhecimento, o livro age na transmissão de valores, normas e ideologias, influenciando a formação cultural e ideológica dos envolvidos na educação. A seleção e organização dos conteúdos refletem perspectivas culturais e ideológicas específicas, moldando o pensamento e o comportamento dos sujeitos. Como documento, o livro registra o conhecimento científico, preservando teorias, experimentos e descobertas ao longo do tempo.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Explorar os caminhos da pesquisa em Educação representa um desafio considerável, especialmente quando se opta por abordar um tema complexo e provocador, fundamentando-se em afirmações de uma teoria pouco explorada. Ao escolher a Teoria Ator-Rede (TAR) como principal alicerce teórico, abraçando uma abordagem não convencional, demandando precisão e dedicação, esta pesquisa seguiu uma trajetória desafiadora.

A decisão de adotar a TAR não foi trivial, baseou-se em sua capacidade intrínseca de promover uma reavaliação do que constitui o social. Isto, por sua vez, possibilitou reexaminar a visão do livro didático de Física na Educação Básica, não apenas como uma ferramenta pedagógica, mas como um produto cultural e um gerador de papéis no contexto social. Nesse sentido, a escolha dessa abordagem teórica revelou a intenção de transcender os métodos convencionais, visando uma compreensão mais profunda e contextualizada do livro didático de Física nos aspectos políticos, econômicos, sociais e culturais.

A pesquisa trouxe reflexões sobre as questões relacionadas às interações, associações e interesses que o livro didático estabelece nas relações sociotécnicas que sustentam sua permanência na Educação Básica. Investigou as conexões e mediações do livro didático no contexto educacional, utilizando a TAR, o que permitiu analisar como o livro, considerado um actante, interage com diversos elementos humanos e não humanos, a partir de ações e relações sociotécnicas que ele tem entre distintos actantes. Concluímos, respondendo ao nosso problema de pesquisa, que são essas múltiplas relações que sustentam a sua permanência na cultura escolar, influenciando e sendo influenciados por esses elementos.

Em relação às mediações dos livros didáticos de Física com actantes na Educação Básica, a pesquisa buscou entender como o livro didático atua como mediador nas atividades escolares e quais redes são estabelecidas com outros actantes no processo educativo. E também contextualizou o uso do livro didático de Física na educação brasileira, destacando sua inserção no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e sua universalização no ensino público, analisando seu papel histórico e atual no cenário educacional brasileiro.

Além disso, foram examinadas várias teses que tratam do livro didático de Física como objeto de estudo, analisando suas funções referencial, instrumental,

ideológica e cultural, e documental. Essas funções mostram como o livro didático media e traduz conhecimentos, auxiliando nas práticas pedagógicas, disseminando ideologias e valores culturais, e atuando como um repositório dos conteúdos.

No que tange às controvérsias que destacam a presença e as funções do livro didático na cultura escolar, foi possível perceber como o livro didático é visto por diferentes pesquisadores e suas funções desempenhadas no ambiente educacional, evidenciando debates sobre a presença (ou não) e a primazia do livro didático em sala de aula ou fora dela, considerando-o um recurso técnico e, em alguns casos, o único objeto técnico disponível para professores e alunos.

Por fim, o estudo mapeou redes de relações sociotécnicas estabelecidas pelo livro didático de Física, identificando as conexões entre diversos actantes e como essas relações configuram redes sociotécnicas no contexto educacional, sendo possível, a partir da aplicação dos pressupostos da TAR, compreender a construção dessas redes e a dinâmica das interações sociais dentro delas. Assim, foi possível mostrar algumas das interações, associações e interesses do livro didático de Física na Educação Básica, utilizando uma abordagem teórica robusta para entender seu papel como mediador e actante no processo educacional.

Como conclusão, de acordo com a TAR, o livro didático de Física pode ser considerado um actante na rede pública de Educação Básica, destacando que o termo actante é usado por Latour (2001) para enfatizar a ideia de que tanto entidades humanas quanto não humanas têm a capacidade de agir e influenciar nas redes de interações sociais. Nesse contexto, o livro didático não é apenas um objeto passivo que transmite informações, mas um participante ativo na rede de interações educacionais.

Ao ser reconhecido como um actante, o livro didático de Física passa a ser visto como um agente que desempenha um papel ativo na configuração da dinâmica educacional na rede pública de Educação Básica, interagindo com outros elementos da rede, como professores, alunos, políticas educacionais e práticas pedagógicas, desempenhando papéis significativos na construção do conhecimento e na influência sobre as relações na educação. Essa perspectiva da TAR destaca a importância de considerar não apenas os actantes humanos, mas também os não humanos, na análise dos papéis desempenhados pelo livro didático no contexto educacional.

Convém ressaltar que o desenvolvimento desta pesquisa seguiu as instruções dadas por Latour ao pesquisador (1994, 2001, 2012), orientando que após identificar

os actantes envolvidos, as ações desempenhadas, as relações dos objetos, as mobilizações, os deslocamentos e os eventos catalogados, o pesquisador deve submeter seu trabalho a um teste crucial por meio da expressão escrita.

Essa fase não se limita a uma simples transcrição, configurando-se como um processo de narrativa, uma descrição detalhada que rastreia as associações estabelecidas ao longo da pesquisa. Este exercício de escrita não apenas valida o rigor do trabalho, mas também proporciona uma visão mais profunda das complexas interações e dinâmicas que surgem durante o processo de investigação.

Neste sentido, a TAR nos faz olhar os livros didáticos de Física não apenas como recursos estáticos de ensino, mas como actantes dinâmicos que facilitam a interação entre diversos elementos da educação: estudantes, professores, conteúdo científico e práticas pedagógicas. Pressupondo os livros como recursos didáticos que promovem a padronização e uniformidade no ensino, estabelecendo uma linguagem comum e estruturas de aprendizagem que facilitam a comunicação e compreensão em diferentes contextos educacionais, configurando redes educacionais que conectam alunos, professores, autores e editores em torno do conhecimento físico, influenciando as interações dentro da sociedade.

Em um sentido mais amplo, os livros didáticos traduzem e mediam controvérsias científicas, incorporando novas descobertas e debates enquanto estabilizam o conhecimento predominante. Assim, eles não apenas transmitem informações, mas também moldam ativamente o processo de aprendizagem e a formação de redes sociotécnicas no ensino de Física na Educação Básica, conforme entendido pela TAR.

No entanto, houve limitações que podem ser exploradas em futuras pesquisas, como a contextualização cultural e geográfica das redes sociotécnicas formadas pelo livro didático, análises longitudinais para observar sua evolução ao longo do tempo, o impacto das políticas educacionais, a inclusão de outros actantes, o efeito na prática pedagógica, métodos mistos de pesquisa e perspectivas críticas sobre suas funções do livro. Essas áreas oferecem oportunidades para um entendimento mais profundo e abrangente do livro didático como um mediador na dinâmica educacional.

Assim, esta pesquisa ofereceu uma visão do livro didático de Física sob a lente da TAR como um actante presente e com funções na Educação Básica. As limitações identificadas sugerem várias direções promissoras para futuras investigações, que

poderiam explicar ainda mais nosso entendimento das complexas interações e dinâmicas envolvidas na educação nas redes das quais participa o livro didático.

Um argumento substancial da TAR, claramente ilustrado neste estudo, ressalta que as redes, em sua abrangência mais completa, não são formadas exclusivamente por seres humanos, mas incluem também políticas públicas, objetos técnicos, textos, leis, instituições, entre outros elementos. Nesse sentido, **nossa tese é que o livro didático de Física, sob a ótica da TAR, é um actante integrando redes sociotécnicas na Educação Básica**, não apenas por ser um recurso de ensino, mas porque influencia e é influenciado pelas dinâmicas educacionais, ajudando a configurar as práticas pedagógicas, as relações sociotécnicas e a disseminação de valores culturais e científicos.

Finalizando, registro que este estudo almejou enriquecer as pesquisas sobre o livro didático no Ensino de Física. E a TAR sugere uma reformulação na concepção do termo "social", avançando em direção a uma sociologia de associações. Nesse paradigma, tanto entidades não humanas quanto humanas desempenham ações e exercem agência significativa no âmbito educacional.

Dessa forma, a pesquisa buscou não apenas ampliar a compreensão sobre as funções do livro didático de Física, mas também oferecer uma contribuição para o desenvolvimento de abordagens mais inclusivas e abrangentes nos estudos educacionais. Além disso, considerando o percurso metodológico adotado, os resultados obtidos podem ser aplicados não apenas ao livro didático de Física, mas também a materiais de outras áreas do conhecimento, abrindo caminho para uma análise mais ampla e profunda das dinâmicas educacionais em diferentes disciplinas.

Espero ter conseguido contribuir nesse sentido, promovendo reflexões que transcendem o caráter técnico do livro didático, para contemplar sua complexa interação com os diversos actantes que compõem o ecossistema das relações sociotécnicas dentro da Educação Básica.

10 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, C. F.; GARCIA, N. M. D. O livro didático no planejamento curricular do professor. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos, 2017. **Atas...** Sociedade Brasileira de Física, 2017. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0409-1.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2023.
- ALBUQUERQUE, E. B. C. de; FERREIRA A. T. B. Programa nacional do livro didático (PNLD): mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v.27, n.103, p. 250-270, 2019.
- AKRICH, M. Como descrever os objetos técnicos?. **Boletim Campineiro de Geografia**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 161–182, 2014. Disponível em: <<https://publicacoes.agb.org.br/boletim-campineiro/article/view/2516>>. Acesso em: 8 mar. 2024.
- AMSTERDAMSKA, O. Review of Surely You Are Joking, Monsieur Latour!, by Bruno Latour. **Science, Technology, & Human Values**, v. 15, n. 4, p. 495–504, 1990. <http://www.jstor.org/stable/689826>.
- APPLE, M. Cultura e comércio do livro didático. In: APPLE, M. **Trabalho docente e textos**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 82-105, 1995.
- ARTUSO, A. R. Livro didático digital o presente, as tendências e as possibilidades do mercado editorial no contexto brasileiro e internacional. **Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 171–198, 2016.
- ARTUSO, A. R. ; SILVA, K. V. F. D. ; SUERO, R. Uma discussão do livro didático como tecnologia no Campo da Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, p. 171-189, 2020.
- ARTUSO, A. R. *et al.* As características do livro didático de física mais valorizadas pelos professores brasileiros. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, p. 26-44, 2020.
- BARRA, V. M. e LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950-1980. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 38, n. 12, p. 1970-83, dezembro de 1986.
- BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. **Gephi**: An Open Source Software for Exploring and Manipulating Networks. Association for the Advancement of Artificial Intelligence, 2009. Disponível em: <<https://gephi.org/publications/gephi-bastian-feb09.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2024.
- BATISTA, A. A. G. **Recomendações para uma política de livros didáticos**. Brasília: Ministério da Educação, 2001.

BATISTA, A. A. G. Um objeto variável e instável: textos, impressos e livros didáticos. In: ABREU, M. (org.). *Leitura, história e história da leitura*. Campinas: Mercado das Letras, 2002.

BITTENCOURT, C. M. F. Em foco: História, produção e memória do livro didático. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 471- 473., 2004.

BITTENCOURT, C. Livro didático e saber escolar (1810-1910). Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2008.

BOMENY, H. Reformas Educacionais. In: ABREU, A. A. **Dicionário histórico biográfico da Primeira República (1889-1930)**. 2010. Disponível em: <<http://cpdoc.fgv.br/sites/default/files/verbetes/primeirarepublica/REFORMAS%20EDUCACIONAIS%20.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2023.

BRASIL. *Decreto n.º 19.402*, de 14 de Novembro de 1930. Cria uma Secretária de Estado com a denominação de Ministério dos Negócios da Educação e Saúde Pública. 1930. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19402-14-novembro-1930-515729-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. *Decreto-Lei n.º 1.006*, de 30 de Dezembro de 1938. Estabelece as condições de produção, importação e utilização do livro didático. 1938. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1006-30-dezembro-1938-350741-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. *Decreto-Lei n.º 4.244*, de 09 de Abril de 1942. Lei orgânica do ensino secundário. 1942. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/De14244.htm>. Acesso em: 30 set. 2023.

BRASIL. *Decreto-Lei n.º 8.460*, de 26 de Dezembro de 1945. Consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático. 1945. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-8460-26-dezembro-1945-416379-norma-pe.html>>. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. *Lei n.º 4024*, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União - 27/12/1961. 1961. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 10 set. 2023.

BRASIL. *Lei n.º 5.540*, de 28 de novembro de 1968. Fixa normas de organização e funcionamento do ensino superior e sua articulação com a escola média, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 1968.

BRASIL. *Lei n.º 5.692*, de 11 de agosto de 1971. Fixa diretrizes e bases para o ensino de 1.º e 2.º graus, e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 1971. BRASIL. *Decreto n.º 91.542*, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 1985. Disponível em:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19-agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 31 mar. 2020

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988>. Acesso em: 10 jul. 2023.

BRASIL. *Lei n.º 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Congresso Nacional, 1996.

BRASIL. FNDE. *Resolução FNDE n.º 38* de 15 de outubro de 2003. Brasília: Ministério da Educação, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Gestão da educação escolar**. Brasília : Universidade de Brasília, Centro de Educação a Distância, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Física: catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM 2009**. Brasília: MEC, 2008.

BRASIL. *Decreto n.º 7.084*, de 27 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2010. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7084.htm>,. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. *Lei n.º 13.415*, de 16 de fevereiro de 2017. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2017. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. *Medida Provisória n.º 746*, de 22 de setembro de 2016. Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Congresso Nacional, 2016. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/Mpv/mpv746.htm>,. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. *Lei n.º 13.415*, de 16 de fevereiro de 2017. Conversão da Medida Provisória n.º 746, de 2016. Brasília: Congresso Nacional, 2017. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>,. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. *Decreto n.º 9.099*, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2017. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9099.htm#art29>,. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE. Programas do livro: histórico. Brasília, DF, 2018. Disponível em: . Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. **Guia Digital - PNLD 2021**. Guia do Programa Nacional do Livro e do Material Didático 2021, PNLD 2021. Disponível em: <<https://midiasstoragesec.blob.core.windows.net/001/2021/07/apresentao-guia-pnld-21-objeto-2.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

BRITTO, T. F. de. **O livro didático, o mercado editorial e os sistemas de ensino apostilados**. Centro de Estudos da Consultoria do Senado Federal, 2011. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/textos-para-discussao/td-92-o-livro-didatico-o-mercado-editorial-e-os-sistemas-de-ensino-apostilados>>. Acesso em: 10 mai. 2024.

CALLON, M. Dos Estudos de laboratório aos estudos de coletivos heterogêneos, passando pelos gerenciamentos econômicos. **Revista Sociologias**. Porto Alegre. Ano 10, n. 19, p. 302-321, 2008.

CAPANEMA, G. Exposição dos motivos para a criação do INL. Ministro da Educação e Saúde. Rio de Janeiro, 15 de dezembro de 1937. Arquivo GCg.

CARDOSO, T. de S. A epistemologia da mediação em Bruno Latour, 2015. 284f. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/PPGTIDD, São Paulo, 2015.

CHOPPIN, A. O historiador e o livro escolar. Tradução: BASTOS, T. M. H. C. **Revista História da Educação**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 5–24, 2002. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/asphe/article/view/30596>>. Acesso em: 18 set. 2023.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**. São Paulo. v. 30, n.3, p. 549-566, 2004. ISSN 1517-9702.

CHOPPIN, A. O manual escolar: uma falsa evidência histórica - The school textbook: a falsely obvious historic fact. **Revista História da Educação**, [S. l.], v. 13, n. 27, p. 9–75, 2012.

CHOPPIN, A. Contexto científico da pesquisa sobre a edição escolar local, nacional e mundial. Tradução e Apresentação: BITTENCOURT, C. F. **Educação & Pesquisa**, São Paulo, v. 46, 2020.

CNE. Conselho Nacional de Educação. Resolução n.º2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/RESOLUCAOCNE_CP222DEDEZEMBRODE2017.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

CONTIER, D.; MARANDINO, M. Formação de Mediadores e Temas Controversos nos Museus. *Boletim GEPEM*, n. 69, p. 4-14, 2016.

CORNÉLIO, S. D'. A. V. Políticas Públicas de Implementação do Programa Nacional do Livro didático (PNLD) no Brasil: uma utopia? **Revista Científica Doctum: Educação**, v. 1, n. 1, 2015.

COUTINHO, F. A.; VIANA, G. M. Alguns Elementos da Teoria Ator-Rede. In COUTINHO, F. A.; VIANA, G. M. (Org.) **Teoria ator-rede e educação**. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2019. p. 17-37. ISBN: 978-85-473-3158-0.

CURY, C. R. J. A educação básica como direito. **Cadernos de Pesquisa**. São Paulo, v. 38, n. 134, p. 293-303. 2008.

DOMINGUINI, L.; SILVA, I. B. Obstáculos à construção do espírito científico: reflexões sobre o livro didático. *Revista Plures Humanidades*, Ribeirão Preto, v. 12, n. 15, p. 101-116, jan./jun. 2011.

EAGLETON, T. Versões de Cultura. EAGLETON, T. **A ideia de Cultura**, São Paulo: ed. UNESP, p. 9-50, 2005.

FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Actor-Network Theory in education**, Routledge, 2010.

FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura**: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Tradução Guacira Lopes Louro. Porto Alegre, Artes Médicas, 1993.

FREIRE, L. de L. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Revista Comum**, v.11, n. 26, p. 46-65, Rio de Janeiro, 2006.

FREIRE, L. de L. Humanos, não humanos... ação!. In: ALZAMORA, G; ZILLER, J.; COUTINHO, F. (Org.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: ed. UFMG, p. 113-140, 2020.

FREITAG; B.; MOTTA, V. R.; COSTA, W. F. da. **O livro didático em questão**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

FRISON, M. D. *et al.* Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ENPEC. ISSN: 21766940.

GARCIA, T. M. F. B.; GARCIA, N. M. D.; PIVOVAR, L. E. O uso do livros didático de Física: estudo sobre a relação dos professores com as orientações metodológicas. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ENPEC. ISSN: 21766940.

GARCIA, N.M.D. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**. Curitiba, Brasil, n. 44, p. 145-163, abr./jun. 2012. Editora UFPR.

GARCIA, N. M. D. Apresentação. In: GARCIA, N. M. D. (Org.). **O livro didático de Física e de Ciências em foco: dez anos de pesquisa**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2017.

GATTI JÚNIOR, D. Livros didáticos, saberes disciplinares e cultura escolar: primeiras aproximações. **Revista História da Educação**, v. 1, n. 2, p. 29–50, 1997.

GUIMARÃES, F. M. Como professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de Ciências, 2011. 117f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação – UNICAMP, Campinas, 2011.

HÖFLING, E. de M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. *Educação & Sociedade*, vol. XXI, n. 70, p. 159-170, 2000.

JACOMY, M.; *et al.* ForceAtlas2: A Continuous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization. *Esboço*. 2012. Disponível em: <medialab.sciences-po.fr/publications/Jacomy_Heymann_Venturini-Force_Atlas2.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2024.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LATOUR, B. On actor-network theory. A few clarifications plus more than a few complications. **Soziale Welt**, v. 47, p. 369-381, 1996.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade a fora**. São Paulo: Unesp, 2000.

LATOUR, B. Glossário. LATOUR, B. **A Esperança de Pandora**. Bauru: EDUSC, p. 345-356, 2001.

LATOUR, B. ENTREVISTA - Por uma Antropologia do Centro. **Revista Mana. Estudos de Antropologia Social**, v. 10, n. 2, p. 397- 414, 2004.

LATOUR, B. **Reagregando o social**: uma introdução à Teoria do Ator- Rede.

LATOUR, B. (Org.) Salvador: Edufba, 2012; Bauru, São Paulo: Edusc, 2012.

LATOUR, Br. Situação de guerra, não de pedagogia. [Entrevista]. In: ALZAMORA, G.; ZILLER, J.; COUTINHO, F. Â. (Org.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 97-112, 2021.

LAW, J. **Notes on the Theory of the Actor Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity**. the paper was previously published at <http://comp.lancs.ac.uk/sociology/soc054jl.html> in 2001, and in 1992. Disponível em: <<http://users.miamioh.edu/simmonwm/law-notes-on-ant.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 23.

LAW, J. Teoria Ator-Rede e semiótica material. In: ALZAMORA, G.; ZILLER, J.; COUTINHO, F. (Org.). **Dossiê Bruno Latour**. Belo Horizonte: ed. UFMG, 2020. p. 37-66.

LEMOS, A. A comunicação das Coisas: Teoria Ator-Rede e cibercultura. Coleção ATOPOS. São Paulo: Annablume, 2013. ISBN: 978-85-391-0596-0

LEMOS, A. Mídia, Tecnologia e Educação: Atores, Redes, Objetos e Espaço. In: LINHARES, R. Nunes; PORTO, C; FREIRE, V. **Mídia e educação: espaços e (co)relações de conhecimentos**. Aracaju: EdUNIT, 2014.

LORENZ, K. Os livros didáticos de ciências na escola secundária brasileira: 1900 a 1950. **Educar Revista**, n. 10, p. 71-79, Curitiba: editora da UFPR, 1995.

LORENZ, K. Ciência, educação e livros didáticos do século XIX. **Os compêndios das Ciências Naturais do Colégio Pedro II**. Uberlândia: EDUFU, 2010.

MALLMANN, E. M. Mediação pedagógica em educação a distância: cartografia da performance docente no processo de elaboração de materiais didáticos, 2008. 304f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC/CED/PPGE, Florianópolis, 2008.

MALLMANN, M. E. Redes e Mediação: Princípios epistemológicos da teoria da rede de mediadores em educação. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 54, p. 221-241, 2010.

MARINI, M.; BAILÃO, A. S. “Bruno Latour”. **Enciclopédia de Antropologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Departamento de Antropologia, 2023. Disponível em: <<https://ea.fflch.usp.br/autor/bruno-latour>>. Acesso em: 10 out. 2023.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. Livros didáticos: elementos da cultura escolar, produtos culturais e mercadorias. In: GARCIA, N. M. D. (Org.). **O livro didático de Física e de Ciências em foco: dez anos de pesquisa**. São Paulo: ed. Livraria da Física, 2017. p. 47-55.

MEC. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

MEC. Ministério da Educação. **PNLD**. [Brasília]: [2023?]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>>. Acesso em: 13 out. 2023.

MEDEIROS, E. A. de; AMORIN, G. C. C. Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em educação. **Laplage em Revista**, vol. 3, n. 3, 2017.

MELO, M. F. A. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. **Educar em Revista**, n. 39, p. 177-190, 2011.

MÉNDEZ, M. C. O livro e a educação: aspectos políticos da produção do livro didático. BARBOSA, R. L. L. (Org.). **Formação de educadores: desafio e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 2003. p. 57-70.

MORAES, M. O. **Alianças para uma psicologia em ação: sobre a noção de rede**. 2003. Disponível em: <<https://www.necso.ufrj.br/Ato2003/MarciaMoraes.htm>>. Acesso em: 30 mai. 24.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.2006>.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Revista Em Aberto*, v. 7, n. 40, p. 25-41, 1988.

NARDI, R. Memórias da Educação em Ciências no Brasil: A pesquisa em ensino de Física. II Encontro Iberoamericano sobre Investigación Básica en Educación en Ciencias. Rio Grande do Sul, 2004.

NOBRE, J. C. de A.; PEDRO, R. M. L. R. Reflexões sobre possibilidades metodológicas da Teoria Ator-Rede. **Revista Ator-Rede**. Ano 1, Vol. 1, n. 1, 2013.

OLIVEIRA, G. B. de. Diálogos, marcas e conexões : o método em Teoria Ator-Rede. **Revista IGT na Rede**, v. 13, n. 25, 2016.

OLIVEIRA, K. E. de J.; PORTO, C. de M. **Educação e Teoria ator-rede: fluxos heterogêneos e conexões híbridas**. OLIVEIRA, K. E. de J.; PORTO, C. de M. (Org.) Bahia: Editus, 2016. ISBN 978-85-7455-417-41.

PEDREIRA, A. J. L. A.; DE SOUZA, R. D. A escolha de livros didáticos de Ciências da Natureza no Ensino Médio em contexto de implementação da Base Comum Curricular: os processos e os espaços de decisão dos docentes. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 28, n. 2, p. 439–461, 2023.

PEDRO, R. Ciência, tecnologia e sociedade – pensando as redes, pensando com as redes. **Liinc em Revista**, v. 4, n.1, p. 1-5, 2008.

PERDIGÃO, D.; IPOLITO, M. Z. Cem anos de história do ensino de Física no Brasil análise de livros didáticos. **Revista Univap**, v. 27, n. 56, 2021.

PORTAL GEPHI. **The Open Graph Viz Platform**. 2023. Disponível em: <<https://gephi.org/>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PORTELA, C. D. P.; HIGA, I. Percepções de futuros professores sobre a formação para a docência no ensino de ciências nos anos iniciais da educação básica. In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010, Águas de Lindoia. **Atas...** São Paulo: SBF, 2010.

REED, M. I. In praise of duality and dualism: rethinking agency and structure in organizational analysis. **Organization Studies**, v.18, n.1, 1997.

RIBEIRO, L. dos S. **O novo PNLD e a BNCC: Compreendendo as mudanças da organização estrutural dos livros de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, 2021. 39f. . : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade de Brasília, Instituto de Química, 2021.

ROCHA, T. U. Entre a tradição e a Ressignificação da Física Escolar: A história da ciência presente nos Livros didáticos de Física do PNLD, 2019. 370f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná – Setor Educação - UFPR/ PPGE, Curitiba, 2019.

ROCHA, F. L. P. da.; PAZ, F. S. da. Discussões sobre ensino e aprendizagem em física. **Revista Insignare Scientia**, v. 6, n. 1, 2023.

ROSA, C. W. da.; ROSA, A. B. da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 58, n. 2, edição especial, 2012.

SALGADO, T. B. P. Fundamentos pragmáticos da teoria ator-rede para análise de ações comunicacionais em redes sociais online [manuscrito], 2018. 292 f. :Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Belo Horizonte, 2018.

SAMPAIO, G. M. D'E.; SANTOS, N. P. dos. Os Livros Didáticos de Física e de Química nos primeiros dezoito anos do 163 Colégio de Pedro II (1838-1856). Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2007. Florianópolis. Disponível em: <https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/search0.html>. Acesso em: 30 set. 2023.

SANTOS, L. S. A escassez de professores habilitados em física na educação básica - Serra Talhada, 2022. 46 f. : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2022.

SCHMIDT, S. Os primeiros livros didáticos. **Revista Pesquisa Fapesp – Educação**. Edição 305, p. 90-93, 2021.

SILVA, J. P. **Livro didático de Física: qualidade e utilidade em sala de aula**. 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2010.

SILVA, E. F. da; GARCIA, T. M. F. B; GARCIA, N. M. D. O livro didático de Física está na escola. O que pensam os alunos do Ensino Médio. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011. **Atas...** São Paulo: SBF, 2011. Disponível em: < https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0582-1.pdf>. Acesso em: 30 set. 2023.

SILVA, M. A. A Fetichização do livro didático no Brasil. **Revista Educação & Realidade**, v. 37, n. 3, Porto Alegre, 2012.

SILVA, K. V. F. da S. **O livro didático de Física na perspectiva do aluno**, 2014. 61 f. : il. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal do Paraná, Campus Paranaguá, 2014.

SILVA, K. V. F. D. da; PORTELA, C. D. P. O uso do livro didático de Física pelo professor na visão dos alunos do Ensino Médio do IFPR – Campus Paranaguá. **Revista Arquivos do MUDI**, v. 22, n. 3, 2018.

SILVA, K. V. F. D. da. **O livro didático como uma tecnologia de ensino : a visão dos professores que lecionam Física em Paranaguá**. 2019. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Paranaguá, 2019.

SOARES, R. P. **Compras governamentais para o Programa Nacional do Livro Didático: uma discussão sobre a eficiência do governo**. Repositório do Conhecimento do Ipea. Brasília, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1414>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

SOUSA, P. B.; OLIVEIRA, W. de. As políticas públicas do Programa Nacional do Livro Didático do Campo no Brasil. **e-hum Revista Científica das áreas de História, Letras, Educação e Serviço Social**. Belo Horizonte, v. 9, n. 2, 2016.

SOUSA, A. S.; OLIVEIRA, S. O.; ALVES, L. H. A pesquisa bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Cadernos da Fucamp**. v. 20, n. 43, 2021.

SOUZA, E. L. de; GARCIA, N. M. D. As pesquisas sobre o livro didático de Física e Ciência: temas e perspectivas presente nos SNEFs. São Paulo, 2013. **Atas...** Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T1032-1.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2023.

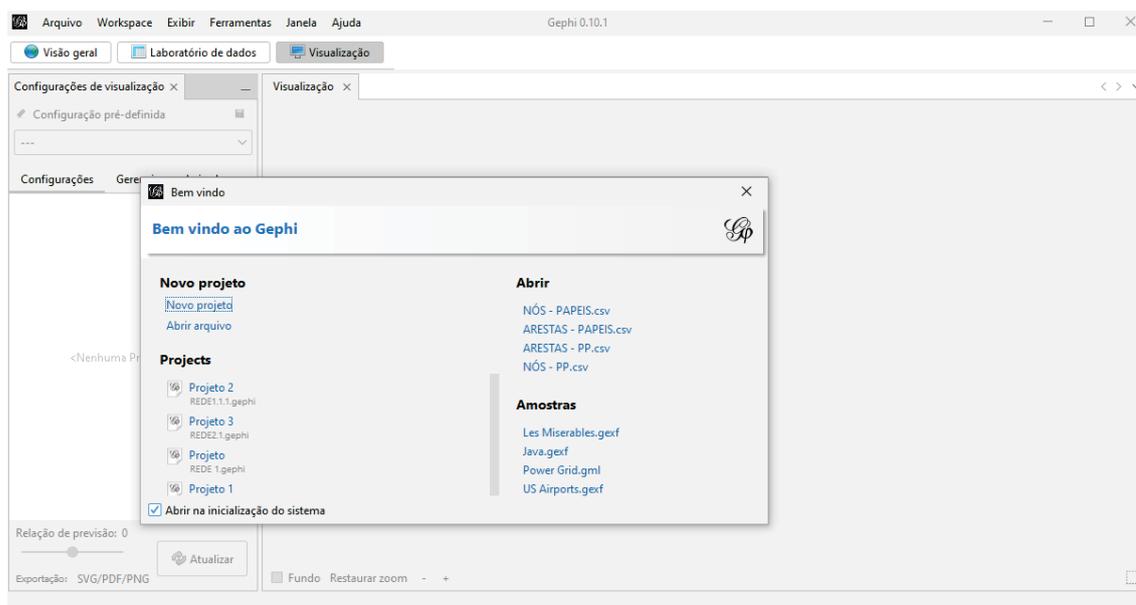
SOUZA, L. R. de. **Cartografia das controvérsias [manuscrito]: entre ação direta e luta institucional na produção de uma ocupação informal em palafitas na cidade de Macapá (AP)**. 2019. 257f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura, Belo Horizonte, 2019.

VENTURINI, T. Diving in Magma: How to Explore Controversies with Actor-Network Theory. **Public Understanding of Science**, v.19, n.3, p.258-273, 2010.

ZAMBON, L.B.; TERRAZZAN, E. A. Livros didático de Física e sua (sub)utilização no Ensino Médio. **Revista Ensaio – Pesquisas em Educação em Ciências**, v.19, 2017.

APÊNDICE – CONSTRUÇÃO DAS REDES NO GEPHI

Tela inicial ao abrir o software *GEPHI*.



No software *GEPHI*:

A aba Laboratório de Dados destacado em amarelo, abre as opções realçadas em vermelho que importa, examina e edita os dados da rede, ou seja, nós e arestas. Além de possibilitar a criação de redes dinâmicas.

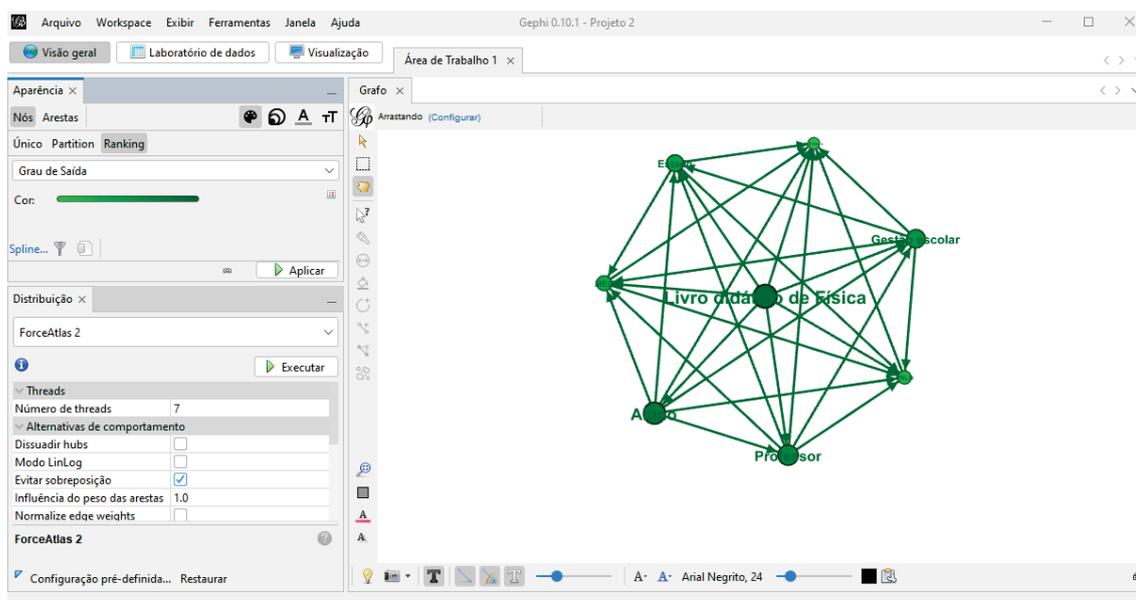
The screenshot shows the 'Tabela de dados' (Data Table) window in Gephi. The table contains the following data:

Id	Label	Interval	Grau de entrada	Grau de saída	Grau	Modularity Class	PageRank	Compon...	Strongly-Connected ID	Inferred Class
1	Livro didático de Física	0	7	7	...	...	...	0	0.054003	0	7	0
2	Aluno	1	6	7	...	...	...	0	0.060569	0	6	0
3	Professor	2	5	7	...	...	...	0	0.06916	0	5	0
4	Gestão escolar	3	4	7	...	...	...	0	0.080928	0	4	0
5	Estado	4	3	7	...	...	...	0	0.098132	0	3	0
6	MEC	5	2	7	...	...	...	0	0.125935	0	2	0
7	PNLD	6	1	7	...	...	...	0	0.179431	0	1	0
8	Editoras	7	0	7	...	...	...	0	0.331841	0	0	0

The interface also shows various toolbars for data manipulation, such as 'Adicionar coluna', 'Mesclar colunas', 'Excluir coluna', 'Limpar dados da coluna', 'Copiar dados para outra coluna', 'Preencher coluna com um valor', 'Duplicar coluna', 'Criar coluna booleana a partir de uma expressão regular', 'Criar coluna com a lista de grupos que atendem a uma expressão regular', and 'Negar coluna booleana'.

No software **GEPHI**:

A Visão geral destacada em azul, abre a aba de dados e visualizações;
 O destaque em rosa é caixa de aparência onde é possível mudar as configurações dos nós e das arestas, no qual foi escolhido o grau de saída e a modularidade;
 Já, a caixa de layouts em destaque amarelo, possibilita mudar o layout da rede utilizando diferentes algoritmos e configurações, neste caso foi usado ForceAtlas2.



No software **GEPHI**:

Para finalizar as configurações da rede, seguimos para a aba de Visualização (em roxo). E ao terminar a configuração clique no botão “Atualizar”, dessa forma será apresentada na parte esquerda a visualização da rede.

