



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

PATRÍCIA DO NASCIMENTO PEREIRA

**ANÁLISE DE CONTEÚDOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA EM
LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA
ESTADUAL DE SÃO LUÍS-MA**

SÃO LUÍS

2019

PATRÍCIA DO NASCIMENTO PEREIRA

ANÁLISE DE CONTEÚDOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA EM LIVROS
DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA ESTADUAL DE SÃO
LUÍS-MA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre .

Orientadora: Prof. Dra. Silvete Coradi Guerini.

SÃO LUÍS
2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Patrícia do Nascimento.

Análise de Conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em livros didáticos de Física do ensino médio da rede pública estadual de São Luís- MA / Patrícia do Nascimento Pereira. - 2019.

92 f.

Orientador(a): Silvete Coradi Guerini.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Ensino Médio. 2. Física Moderna e Contemporânea.
3. Livro didático. I. Guerini, Silvete Coradi. II.
Título.

PATRÍCIA DO NASCIMENTO PEREIRA

ANÁLISE DE CONTEÚDOS DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA EM LIVROS
DIDÁTICOS DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA ESTADUAL DE SÃO
LUÍS-MA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Maranhão, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre .

Aprovada em 19/ 08/ 2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Silvete Coradi Guerini (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão

Profa. Dra. Maria Consuelo Alves Lima
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. José Francisco Custodio Filho
Universidade Federal de Santa Catarina

*Dedico este trabalho aos meus avôs Manoel
Nascimento e Antônio Luiz (in memoriam) por
todo amor e exemplo de vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me presenteado com esta vida e por ter me dado força, paciência e autocontrole para prosseguir na pós-graduação. Por todas as bênçãos e por todos os dias dares sentido à minha vida

À Universidade Federal do Maranhão, em especial ao PPECEM e aos professores que contribuíram com discussões fundamentais para o meu amadurecimento acadêmico durante as disciplinas cursadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo auxílio da bolsa para realização desta pesquisa. O auxílio financeiro foi fundamental para o cumprimento das atividades acadêmicas exigidas pelo programa de pós-graduação.

À Professora Dra. Silvete Coradi Guerini pelos ensinamentos ao longo do desenvolvimento desta pesquisa, pelo apoio, paciência durante esse processo de construção de conhecimento, parceria, pela disponibilidade de reuniões e principalmente por acreditar em mim e nesse trabalho.

Aos meus familiares, principalmente a minha mãe Lourdemary, por todo amor, cuidado, apoio, paciência, inspiração e por sempre estar ao meu lado torcendo pelo meu sucesso. As coisas nem sempre são como queremos, mas saiba que busco o melhor para todos e para que sintam orgulho de mim.

Ao meu namorado, Reginaldo Nunes meu maior incentivador, nunca me deixou desanimar, sempre me apoiando em tudo. Suas palavras de apoio e sua disposição foram essenciais para que eu chegasse até aqui. Você foi incrível, um verdadeiro parceiro de vida.

À minha amiga Giselle Castro por acreditar no meu potencial e torcer pelo meu sucesso. Por toda disposição para me ajudar no desenvolvimento desta pesquisa, muitas vezes sacrificando suas atividades. Pelas trocas de ideias e conversas e por compartilhar comigo este sonho.

Aos amigos do curso de Física da Uema que o tempo não permitiu que nos distanciássemos: Monica, Thalison e Felipe. Obrigada pelos momentos de descontração, conversas e por compreenderem minha ausência em muitos encontros e por compartilharem esse sonho comigo.

Aos meus amigos de trajetória do Mestrado, Aline, Bárbara, Daniel, Marreiros, Premma, Raquel, Thanielle e Uerlene por esse período de construção de ideias e conhecimento, por acrescentarem muito no meu crescimento profissional e pessoal, por todo incentivo e companheirismo. Vocês são incríveis, juntos superamos dúvidas e angústias.

Ficam aqui meus agradecimentos a todos meus amigos que contribuíram direta ou indiretamente para essa conquista e por torcerem pelo meu sucesso.

RESUMO

Este trabalho buscou analisar a qualidade de como estão propostos os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) nos Livros Didáticos (LD) de Física do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 e escolhidos por três escolas públicas da cidade de São Luís-MA. Para tanto, objetivou-se (1) descrever os conteúdos de FMC e discutir sua relevância na formação científica e cidadã do aluno e (2) analisar o grau de presença dos processos de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica. No desenvolvimento desta pesquisa, foi utilizada a abordagem qualitativa e a tipologia documental. Os LD de Física foram adquiridos em três escolas públicas estaduais de São Luís e analisados a partir da perspectiva de Análise de Conteúdo de Bardin (2011). A análise dos LD de Física ocorreu em duas frentes de trabalho. Na primeira, constatou-se que todos os livros analisados apresentaram conteúdos de FMC, porém o que os diferem é a organização desses conteúdos, sendo possível notar que há livros que destinam tópicos a mais que os outros. Verificou-se também, a presença de dois temas centrais, a Teoria da Relatividade e a Física Quântica. Isso se explica devido a notoriedade dos impactos que esses conhecimentos vêm produzindo na sociedade. Ainda na primeira frente de trabalho, notou-se a ausência dos tópicos efeito fotoelétrico e nanotecnologia em dois LD. A segunda frente de trabalho, corresponde a análise do corpo teórico dos conteúdos frente às perspectivas de contextualização. Os dados permitiram constatar que apenas dois LD apresentam a contextualização histórica/sócio cultural de forma satisfatória, além disso, a contextualização por ilustração/exemplificação é o mais utilizado pelos LD na abordagem dos conteúdos científicos. Ficou evidente que o processo de contextualização por cotidiano apresenta-se com pouca frequência nos livros analisados e a perspectiva de contextualização crítica apresenta-se apenas uma vez, superficial e somente em um livro. Com isso, concluímos que a falta de abordagem crítica nos LD dificulta o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica. Sendo que um dos principais objetivos do Ensino de Física na educação básica deve ser formar cidadãos que possam vivenciar plenamente a cidadania, desenvolvendo competências e habilidades para posicionar-se frente às questões sociais e ambientais de maneira crítica e reflexiva.

Palavras-chave: Ensino Médio. Física Moderna e Contemporânea. Livro Didático.

ABSTRACT

This work aimed to analyze the quality of how the contents of Modern and Contemporary Physics (FMC) are proposed in high school Physics Textbooks (LD) approved by the National Textbook Program (PNLD) of 2018 and chosen by three public schools of the city of São Luís-MA. To this end, the objective was (1) to describe the contents of FMC and to discuss its relevance in the student's scientific and citizen formation and (2) to analyze the degree of presence of the processes of historical / socio-cultural contextualization, illustration/exemplification, daily and critical. In the development of this research, the qualitative approach and the documentary typology were used. The Physics LDs were acquired in three state public schools of São Luís and analyzed from the perspective of Bardin's Content Analysis (2011). The analysis of the LD of Physics took place on two fronts. In the first, it was found that all the books analyzed presented FMC contents, but what differs them is the organization of these contents, being possible to notice that there are books that target more topics than the others. It was also verified the presence of two central themes, Relativity Theory and Quantum Physics. This is explained by the notoriety of the impacts that this knowledge has been producing on society. Still, on the first front, the topics were absent photoelectric effect and nanotechnology in two LD. The second work front corresponds to the analysis of the theoretical body of contents against the perspective of contextualization. The data showed that only two LD present the historical/socio-cultural contextualization satisfactorily, besides, the illustration/exemplification contextualization is the most used by the LD in the approach of the scientific contents. It was evident that the everyday contextualization process is infrequently presented in the analyzed books and the perspective of critical contextualization is presented only once, superficially and only in one book. With this, we conclude that the lack of critical approach in LD makes the process of Scientific and Technological Literacy difficult. Being one of the main objectives of Physics Education in basic education should be to train citizens who can fully experience citizenship, developing skills and abilities to position themselves in front of social and environmental issues critically and reflectively.

Keywords: High school. Modern and Contemporary Physics. Textbook.

LISTA DE QUADROS

Quadro1 – Relação dos três livros didáticos de Física adquiridos em escolas da rede pública estadual, da área do centro de São Luís- MA.	41
Quadro2 – Modelo de síntese para preencher com o grau de presença dos indicadores de AC	44
Quadro3 – Descrição dos indicadores de análise de Alfabetização Científica.	47
Quadro4 – Organização dos conteúdos da Física Moderna nos livros didáticos	49
Quadro5 – Identificação do grau de presença dos indicadores de Alfabetização Científica	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Livros didáticos analisados	42
Figura 2 – Ilustração apresentada no livro texto referenciando a dilatação do tempo . . .	57
Figura 3 – Contextualização por cotidiano do conteúdo efeito doppler relativístico	58
Figura 4 – Exemplificação da aplicação do estudo da radiação térmica	59
Figura 5 – Aplicação do estudo da nanotecnologia em Medicina	60
Figura 6 – Nanobíblia	61
Figura 7 – Ilustração do rejeito radioativo manipulado por equipamento remoto	64
Figura 8 – Ilustração apresentada no livro de armazenamento de rejeitos nucleares	64
Figura 9 – Esquema de funcionamento do efeito fotoelétrico apresentado no livro didático	69
Figura 10 – Ilustração do espelho de Einstein	73
Figura 11 – Esquema de uma transmissão de televisão via satélite	74

LISTA DE SIGLAS

ABRAPEC	Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências
AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEJOL	Centro de Ensino João Francisco Lisboa
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências
FMC	Física Moderna e Contemporânea
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional
HFC	História e Filosofia da Ciência
IEMA	Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LICEU	Centro de Ensino Liceu Maranhense
LD	Livro Didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC	Ministério da Educação
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação e Cultura
UNIVIMA	Universidade Virtual do Maranhão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	O ENSINO DE FÍSICA, O LIVRO DIDÁTICO E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	18
2.1	A contextualização como requisito estruturante para o Ensino de Física . .	21
2.2	O Ensino de Física na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade	24
3	LIVRO DIDÁTICO E O CURRÍCULO DE FÍSICA	29
3.1	Documentos Oficiais, importância e limitações no que diz respeito à utilidade do livro didático de Física do ensino médio	33
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
4.1	Metodologia da Pesquisa	39
4.2	A busca do material para pesquisa	40
4.3	Procedimento de análise dos livros didáticos	42
4.4	Definição e discussão dos indicadores de Alfabetização Científica	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	Descrição dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea presentes nos livros didáticos	48
5.2	A Física Moderna e Contemporânea nos Livros Didáticos	53
5.2.1	Livro 1	53
5.2.2	Livro 2	66
5.2.3	Livro 3	70
5.3	Síntese do grau de presença dos indicadores de Alfabetização Científica nos livros didáticos	75
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

O mundo atual é complexo e requer do cidadão capacidade de compreender os fenômenos que ocorrem na natureza e possa interferir de forma crítica na tomada de decisões sobre o cotidiano que o cerca. Essa condição pode ser construída por meio de um ensino que considere as interações sociais vivenciadas na escola, a partir de recursos e estratégias que proporcionem ao estudante desenvolver capacidade para organizar suas ideias e pensamentos de forma lógica, buscando domínio e apropriação dos conhecimentos científicos para atuar em sociedade (BERBEL, 2011).

Nesse contexto, o estudante deve ser um dos principais responsáveis pela sua própria formação como cidadão. Para isso, acredita-se que o Currículo de Física deva ultrapassar a abordagem tradicionalmente utilizada ao longo dos três anos do ensino médio (LOPES, 2011). A abordagem tradicional, segundo Diesel, Baldez e Martins (2017), prioriza a transmissão de informações e tem sua centralidade na figura do professor, ou seja, os estudantes possuem postura passiva diante dos processos de ensino-aprendizagem, tendo como função receber e absorver uma quantidade enorme de teorias apresentadas pelo professor.

A utilização de um novo tipo de metodologia de ensino, embora seja útil no processo de ensino-aprendizagem, ainda é pouco usada na prática docente. Vivemos em uma sociedade que utiliza os conhecimentos científicos relacionados à Física Moderna e Contemporânea (FMC) em diversas áreas, na saúde com os aparelhos de diagnóstico por imagem como radiografia, mamografia, tomografia computadorizada, ultrassonografia, ressonância magnética, entre outros. Na tecnologia das comunicações, com as fibras ópticas que revolucionaram e tornaram mais eficientes as telecomunicações. As usinas nucleares também compõem o estudo da FMC, pois são responsáveis pela geração de energia de boa parte do mundo, inclusive do Brasil (FERREIRA, 2013).

Toda a eletrônica que conhecemos e usamos em nosso dia a dia, como celulares, computadores, *tablets*, controle remoto e aparelhos eletrodomésticos, nos mostra como a Ciência e Tecnologia têm evoluído e afetado a convivência familiar, contribuindo na mudança de comportamento da sociedade, propiciando mudanças na forma do ser humano se relacionar, alimentar, locomover, de interagir com a natureza e de pensar. Temos fácil acesso a informações, sejam elas de quaisquer áreas de interesse. No entanto, a escola ainda ensina, sobretudo, a Física de séculos

passados valorizando modelos curriculares que enfatizam fórmulas e a memorização de leis.

Algumas pesquisas na área de Ensino de Física têm contribuído com propostas que apontam caminhos para um Ensino de Física mais atual, interdisciplinar e contextualizado. Entre eles, Terrazzan (1992; 1994), Cavalcante (1999), Ostermann e Moreira (2000a; 2000b), Garcia (2003), Meggiolaro (2012) e Domingui (2010a), apontam para necessidade de atualização curricular, com vista a formação científica e cidadã do aluno. Nessa vertente de estudo, Ostermann e Moreira (2000b) discutem a atualização do Currículo de Física do ensino médio, destacando que:

O ensino de temas atuais da Física pode contribuir para transmitir aos alunos uma visão mais correta dessa Ciência e da natureza do trabalho científico, superando a visão linear do desenvolvimento científico, hoje presente nos livros didáticos e nas aulas de Física (OSTERMANN E MOREIRA, 2000b, p. 391).

Contudo, é importante ressaltar que atualização do Currículo e a formação continuada dos professores devem estar conectadas, pois não basta inserir novos conteúdos sem contextualizá-los e problematizá-los. É necessária uma preparação e atualização na formação dos professores para atuarem em sala de aula, de forma que ultrapassem o conhecimento meramente propedêutico e se engajem com problemas sociais relacionados com o científico e o tecnológico. Assim, favorecendo ao estudante a construção de uma postura crítica e reflexiva de atitudes, valores e condutas para atuarem com responsabilidade em sociedade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000a) em suas orientações, ratificam a necessidade de trabalhar os conhecimentos físicos de forma contextualizada, relacionando-os com a realidade sociocultural do aluno e com situações problemas que abram espaços para discussões sobre as aplicações e implicações dos desenvolvimentos advindos da Ciência na evolução tecnológica e social. Os PCNEM requerem novas orientações metodológicas e teóricas para o Ensino de Física, onde novas competências e habilidades deverão ser desenvolvidas visando a compreensão das implicações da Ciência e Tecnologia nos modos de produção social.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), na sua versão final, apresenta a contextualização social, histórica e cultural da Ciência como empreendimentos humanos e sociais, superando a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Valoriza a aplicação dos conhecimentos na vida individual e nos projetos de vida do aluno, ampliando suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. No entanto, este documento não enfatiza o estudo da Física Moderna e o uso da história da Ciência. O texto apresenta-se como um rascunho do resumo dos PCNEM

(BRASIL, 2000a e 2000c), pois é possível observar a desvinculação entre conteúdo e as outras competências gerais (contextualização, investigação e linguagens) descaracterizando o ensino por competência pautado nos PCNEM (BRASIL, 2000a e 2000c). Essa separação eleva a relevância dos conteúdos no processo de ensino-aprendizagem, e abre caminho para reforçar o ensino tradicional, prevalecendo listas de conteúdos que contemplam toda a Física Clássica. Apesar do discurso, o foco não é na construção social e histórica do conhecimento, na diversidade e interdisciplinaridade. Esta última, está completamente ausente e inviabilizada, embora ela seja recomendada nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica- Ensino Médio (BRASIL,2013) como base de organização curricular (MOZENA; OSTERMANN, 2016).

Na organização da área de Ciências da Natureza da BNCC (BRASIL, 2018), o conhecimento foi estruturado em três unidades temáticas: matéria e energia, vida e evolução, terra e universo. Tais unidades se desdobram em objetos de conhecimento vinculados a habilidades. O destaque dado a questões sociais é menor e a unidade ambiente, de caráter profundamente social e relacional vai a contramão das discussões contemporâneas sobre as relações entre Ciência e Tecnologia, problemas sociais e ambientais. Dessa forma, colocam em risco o processo de Alfabetização Científica (AC) e não propiciam o desenvolvimento do senso crítico do aluno e nem sua capacidade de refletir para tomada de decisões, aspectos centrais na educação científica no século XXI (FRANCO; MUNFORD, 2018).

A Física pode auxiliar na formação científica básica do aluno e também na sua formação cidadã, para isso, vislumbra-se um ensino que requer do aluno o domínio e apropriação dos conceitos fundamentais da disciplina, valorizando a leitura, a interpretação e a análise crítica dos problemas do dia a dia. O que se pretende “[...] é que a Física contribua para a constituição de uma cultura científica no aluno, que lhe possibilite a compreensão de fatos e fenômenos naturais e da relação dinâmica do homem com a natureza” (RICARDO, 2005, p.31).

Na perspectiva de uma educação básica abrangente, o papel do ensino formal é o de fornecer aos alunos condições de entender a realidade na qual estão inseridos, tanto do ponto de vista dos fenômenos científicos quanto dos aspectos sociais. Além de entender os conhecimentos físicos, é necessário que saibam utilizá-los de forma responsável, principalmente em escolhas coletivas ou individuais, pois a Física faz parte do cotidiano de todos, sendo fundamental na formação científica básica e cidadã dos alunos. Nessa orientação, fundamentam-se argumentos da AC, uma vez que, buscam compreender sob uma perspectiva crítica os conceitos científicos, suas condições de produção e aplicação, para que o aluno veja o conhecimento físico como

instrumento para desenvolver o senso crítico levando em consideração os aspectos sociais do indivíduo para melhor compreender o mundo (TEIXEIRA, 2007).

Chassot (2003, p. 91) afirma que AC está alicerçada em uma Educação comprometida com a questão social e por este motivo é necessário compreender a Ciência como “[...] uma linguagem; assim ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”. Ou seja, o conhecimento científico pode conceder ao aluno a possibilidade de compreender o mundo no qual está inserido, entender os fenômenos físicos e seus reflexos em sua vida, bem como compreender que de suas atitudes podem surgir impactos importantes na natureza.

Krasilchik e Marandino (2007) argumentam a necessidade de ampliar os conhecimentos que os indivíduos possuem, pois diariamente acumulam informações, sendo necessário que saibam utilizá-las para se posicionar e tomar decisões conscientes na sociedade em que vivem. As autoras ainda argumentam que pesquisadores e educadores concordam com a ideia de alfabetizar cientificamente os indivíduos, porém, a escola assume um papel muito importante, o de instrumentalizar os estudantes com os conhecimentos científicos. Podemos afirmar, a partir das discussões de Krasilchik e Marandino (2007), que para se alfabetizar cientificamente os indivíduos é necessário firmar um Ensino de Física que englobe uma abordagem interdisciplinar que discuta as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nessa perspectiva, Chassot (2000), afirma que:

Quando se fazem propostas para uma Alfabetização Científica se pensa imediatamente nos currículos de Ciências. Estes, cada vez mais, em diferentes países têm buscado uma abordagem interdisciplinar na qual a Ciência é estudada de maneira inter-relacionada com a tecnologia e a sociedade. Tais currículos têm sido denominados de CTS- Ciência, Tecnologia e Sociedade (CHASSOT, 2000, p. 47-48).

Chassot (2003) pontua que se fará AC quando a escola, em todos os níveis de ensino, desempenhar seu papel de instrumentalizar os indivíduos para que saibam por em prática os conhecimentos científicos adquiridos nas disciplinas escolares para resolver problemas do dia a dia e tomar decisões responsáveis, sejam individuais ou coletivas. É importante que se perceba que a produção e o uso da Ciência podem contribuir, tanto para melhoria das condições de vida da população, quanto para trazer implicações e consequências negativas para sociedade.

Diversos especialistas em Educação salientam a necessidade de alfabetizar cientificamente e tecnologicamente a sociedade por diversas razões, sejam socioeconômicas, culturais e de utilidade na vida cotidiana. Nessa concepção, os Currículos e os Livros Didáticos (LD)

desconsideram a maioria das discussões centralizadas nas relações CTS, as quais facilitariam o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica. A falta desta abordagem pode ser justificada por ainda persistir a ideia de que o Currículo seja compêndio, essencialmente conteudista seguindo um modelo enciclopédico. Embora reconhecida a importância de ensinar conhecimentos de Física dentro de um contexto social, esse campo ainda não é satisfatório, visto que, a seleção, a sequência e a profundidade dos conteúdos curriculares estão organizados de forma estanque e acrítica. O ensino se mantém descontextualizado, autoritário e alheio às necessidades e aos anseios da comunidade escolar em sua formação para cidadania (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009).

Nesse contexto, a análise dos LD de Física é importante, uma vez que, o livro ainda é um recurso didático do Currículo muito utilizado em sala de aula, possuindo um papel relevante ao atuar como mediador, entre o aluno e a construção do conhecimento científico. Ao longo dos anos, podemos observar o desenvolvimento de pesquisas sobre o LD, sobre os aspectos pedagógicos, políticos, econômicos e culturais. Pesquisas como dos autores Martins (2015), Silva (2012), Silva (2010), Coimbra (2007), Pimentel (2006) e Agostin (2008), retratam a importância que este material didático possui para a formação científica do aluno e por ser, muitas vezes, o único livro que terá contato durante sua formação.

O valor que o livro possui para o processo de ensino-aprendizagem nos leva a refletir sobre a dimensão das críticas sobre a qualidade de seu conteúdo, como relatado em pesquisa por Sandrin, Puerto e Nardi (2005). Fracalanza (1992) buscou analisar os resultados das diversas pesquisas que analisaram os LD de Ciências no Brasil e constatou que o panorama não é nada animador, pois o livro aparece como mero reflexo das condições de ensino do Brasil, embora não seja o único responsável por tais condições.

Pensando em contribuir com as discussões sobre o LD, analisamos os conteúdos de FMC, pelo viés dos indicadores de AC. A FMC tem sido objeto de pesquisa de diversos autores como Terrazzan (1992), Cavalcante (1999), Ostermann e Moreira (2000a), Garcia (2003), Valadares e Moreira (1998) e Silva (2016). Entendemos que a disposição e a qualidade de como estão propostos os conteúdos de FMC nos LD, contribui para a formação científica do aluno, pois diariamente estão em contato com aparelhos eletrônicos em diferentes setores do seu dia a dia, sendo imprescindível o acesso aos LD de Física para a compreensão e formação dos alunos do ensino médio.

Para Macedo (2013) um dos obstáculos enfrentados por professores de Física durante as

aulas é mostrar para os alunos a importância desta disciplina na sua formação básica e científica, pois os alunos não compreendem a real importância dos conteúdos para sua formação geral e não conseguem fazer uma conexão entre a Física da sala de aula e a Física do dia a dia.

Partindo das reflexões e pesquisas aqui relatadas, orientamos este trabalho pelo problema de pesquisa: de que forma os conteúdos de FMC são apresentados nos livros didáticos de Física das escolas públicas estaduais do ensino médio de São Luís- MA?

Compreendemos que esta pesquisa tem relevância para o sistema educacional, pois buscamos apresentar e discutir os conteúdos de FMC através dos indicadores de AC, apontando e evidenciando onde os autores de LD podem melhorar a qualidade da abordagem dos conteúdos de FMC, visando contribuir com a construção do pensamento crítico e reflexivo proporcionando ao aluno uma formação científica em que ele, seja capaz de reconstruir conhecimentos e refletir sobre suas práticas cotidianas.

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar a qualidade de como estão propostos os conteúdos de FMC nos LD de Física aprovados pelo PNLD de 2018 e escolhidos por três escolas públicas estaduais de São Luís- MA. Para tanto, foram delineados os seguintes objetivos específicos: (1) Descrever os conteúdos de FMC e discutir sua importância na formação científica e cidadã do aluno; (2) Analisar o grau de presença dos processos de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica.

No Capítulo 2, apresentamos discussões sobre o Ensino de Física, o LD e a AC, eixos estruturadores desta pesquisa. Argumentamos sobre a importância desta tríade para o processo de aprendizagem do aluno, pois o LD continua sendo um dos instrumentos mais utilizados em sala de aula, embora não sejam os únicos, por isso, deverá possuir requisitos para um Ensino de Física de qualidade. Apresentamos algumas dificuldades dos alunos em compreender a Física e apontamos para um problema em AC. A partir dessa constatação, discutimos sobre os indicadores de AC que deveriam fazer parte da abordagem dos conteúdos de FMC presentes em LD, como também os processos de contextualização, principalmente a perspectiva crítica.

No Capítulo 3, trazemos uma breve abordagem histórica sobre a evolução do Currículo de Física do ensino fundamental e médio e o que dizem os documentos oficiais sobre a utilidade do LD no ensino de Física. Iniciamos falando sobre a evolução do Ensino de Ciências no Brasil e posteriormente, explicitamos sobre as propostas dos documentos oficiais para o Currículo de Física do ensino médio e para o LD de Física.

No Capítulo 4, referente aos procedimentos metodológicos, discorreremos sobre a me-

metodologia da pesquisa, a busca do material didático para análise, a definição e discussão dos indicadores de AC e explicitamos sobre as fases de análise dos LD de Física que tem como aporte teórico a metodologia de análise de conteúdo de Bardin (2011).

No Capítulo 5, apresentamos os resultados desta pesquisa, primeiro descrevemos os conteúdos de FMC e discutimos sua relevância para a formação científica do aluno e posteriormente, apresentamos os resultados da análise do texto teórico, tendo como base de análise os processos de contextualização, após concluimos a análise com um quadro que sintetiza o grau de presença dos processos de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica.

Por fim, expomos no Capítulo 6, algumas considerações finais sobre desenvolvimento desta pesquisa.

2 O ENSINO DE FÍSICA, O LIVRO DIDÁTICO E A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Os estudantes, ao ingressarem no ensino médio, chegam estimulados pela mudança de nível de ensino. Este estímulo, de acordo com Bonadiman e Nonemachr (2007), se explica devido à motivação para compreender novos horizontes científicos. A disciplina de Física provoca grande expectativa, no entanto, sabe-se que entre diversos fatores o tempo de estudo (duas aulas por semana em média) é insuficiente para que os estudantes se apropriem dos conceitos físicos e compreenda-os em toda sua complexidade. Por isso, é necessário que ao iniciarem no estudo das Ciências, comecem a refletir mais sobre a origem, desenvolvimento e finalidade dos conhecimentos científicos, como no caso específico da Física.

Grande parte dos estudantes e professores consideram a Física, como uma extensão da Matemática, com emaranhados de fórmulas e memorizações de leis, tornando sua compreensão mais complexa e menos atrativa para alguns alunos, dificultando o aprendizado deles. Esse obstáculo pode ser superado e novos horizontes podem ser apresentados frente a uma educação científica (SILVA; GUARDA; JUNIOR; SANT'ANA, 2017).

Outro fator que vem dificultando a compreensão da Física são os Livros Didáticos (LD), que simplificam os conteúdos comprometendo seu entendimento. Essa limitação que os livros estabelecem, impedem que o estudante compreenda a Ciência como uma construção humana que se desenvolve ao longo dos anos. Dessa forma, faz-se necessário compreender as nuances dos LD, uma vez que, é um recurso do Currículo não somente pedagógico, mas também cultural que produzem saberes. Neles estão presentes as mais diversas pedagogias culturais que ensinam lições que vão além dos conteúdos programados pelo Currículo (DOMINGUINI, 2010b).

Diante da importância que o LD possui para o sistema educacional, compreende-se que o Ensino de Física, desde a educação básica, deve situar e aproximar o estudante dos conhecimentos científicos, para que possam reconhecê-lo e relacioná-lo com os fenômenos que ocorrem no cotidiano, na tentativa de desmistificar a visão que possuem do cientista e da Ciência como verdade absoluta. É fundamental ressaltar que não se trata apenas de preocupar-se com novas metodologias de ensino, como forma de facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos, mas de levar ao estudante o conhecimento do processo de fazer Ciência, bem como de aproximar o estudante da Física de forma que compreenda-a como uma ferramenta útil para um diálogo com o mundo e com sua possível transformação (COIMBRA, 2007).

Dentre as diversas funções do LD, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 36), concordam que o LD é o principal instrumento que orienta significativamente a prática docente, embora não seja o único. De acordo com os autores, “sendo ou não intensamente usado pelos alunos, é seguramente a principal referência da grande maioria dos professores”. Porém, segundo Bittencourt (2008), o livro tem sido um recurso didático de vulgarização do conhecimento e não um divulgador de um saber capaz de auxiliar o estudante em seu processo de formação, de domínio de leituras críticas e autônomas.

Nessa mesma perspectiva, Batista (1999) fala dos LD de modo geral, afirmando que eles se constituem na principal fonte de informação impressa utilizada pela maioria dos alunos e professores brasileiros, e sua utilização é inversamente proporcional ao nível de acesso a bens econômicos e culturais de professores e alunos. O autor destaca que:

[...] os textos e impressos didáticos podem servir como um instrumento de aprendizado do aluno; podem também buscar organizar o trabalho cotidiano de ensino do professor. Podem ainda servir de complemento ao aprendizado do aluno e ao trabalho do professor, aprofundando temas ou propondo exercícios ou atividades, ensejando utilizações tanto individuais como coletivas. Podem também buscar servir de referência às atividades escolares, fornecendo instrumentos de consulta ou de acesso a documentos textuais e iconográficos. Podem buscar atender às necessidades de introdução dos alunos a textos, obras ou práticas, como a leitura literária. Podem buscar servir a todas essas finalidades de diferentes formas, construindo de diferentes modos a relação entre os alunos e os objetos de conhecimento, entre os professores e seus alunos, entre o professor e sua prática de ensino (BATISTA, 1999, p. 565-566).

Na discussão do livro, o autor chama atenção para a dissociação entre aqueles que executam o trabalho pedagógico (o docente) e aqueles que planejam e estabelecem suas finalidades (autores dos livros didáticos e as grandes editoras). Essa dissociação gera uma consequência, uma subordinação teórica metodológica dos professores aos livros, o que acaba transformando o LD em uma fonte quase exclusiva de conhecimento, o professor acaba prendendo-se ao material didático e a perda de autonomia cresce, além da morte da pesquisa docente e da atualização pedagógica. Esse ponto de discussão é relevante, pois segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) por melhor que sejam os LD, o professor não pode ficar refém dele. O livro deve ser usado de forma crítica, consciente e em conjunto com outros recursos didáticos.

Essa abordagem encontra respaldo na tendência pedagógica progressista em que se rompe a ideia do professor como técnico e o considera como um sujeito capaz de refletir sobre suas práticas e tomar decisões conscientes que levam em conta o ambiente formal ou informal que atua. Nesse campo, o LD cumpre a função documental proposta por Choppin (2004), que define o livro sendo um objeto da cultura escolar utilizado para motivar os alunos a confrontar

informações em busca do desenvolvimento do espírito crítico e reflexivo.

É fundamental refletir que o conhecimento não está nos livros, nem com o professor, ou em outro recurso, são apenas mediadores que proporcionam informações para que os estudantes construam seu próprio conhecimento. Devemos lembrar que “Ensinar não é transmitir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (FREIRE, 1992, p. 25). O professor enquanto mediador do conhecimento deve trabalhar com os conhecimentos trazidos pelos estudantes, se atentando em discutir em sala de aula problemas do cotidiano deles, contextualizando com as informações que o mundo lhes apresenta cotidianamente.

Os educadores e pesquisadores devem investigar e propor recursos que facilitem o processo de compreensão dos conceitos físicos, problematizando-os a presença destes no cotidiano dos estudantes, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem e para a construção do conhecimento individual de cada um. No mesmo sentido, devemos recordar e pensar que o desenvolvimento científico influencia direta e indiretamente a vida de todos os seres humanos. Nesse contexto, a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) se faz presente em vários setores da sociedade, na medicina, agricultura, comunicação, segurança e etc. O desenvolvimento científico e tecnológico se apropria de muitos conhecimentos do campo da Física para proporcionar qualidade de vida, como no caso da medicina com os aparelhos de diagnóstico por imagem e tratamentos de saúde. Entretanto, é fundamental que os estudantes compreendam não só os benefícios das tecnologias atuais, mas também as implicações negativas destas na sociedade (MACEDO, 2013).

A abordagem CTS deve ser compreendida como uma perspectiva que contribui para a formação do aluno, para uma visão crítica e reflexiva de sua realidade e tomada de atitudes que possam ajudar na transformação de determinadas situações locais, globais ou meio onde vive. A abordagem CTS parte de temas relacionados ao meio socioambiental onde o aluno vive, assim ele poderá apropriar-se de conceitos científicos das Ciências para intervir na sociedade de forma consciente (MACEDO, 2013). No ensino, a abordagem CTS traz perspectivas voltadas para o bem-estar da sociedade, buscam contextualizar temas do dia a dia dos estudantes para serem discutidos em sala de aula. Nesse contexto, Bochecho (2011) diz:

[...] CTS presume uma educação científica e tecnológica fundamentada na ação e construção social e que seja culturalmente e socialmente contextualizada. Para isso trata a Ciência, a Tecnologia e o seu ensino de forma a influenciar a vida cotidiana de estudantes e professores (BOCHECO, 2011, p. 39).

Dessa forma, um dos caminhos que pode auxiliar o professor a desenvolver trabalhos

em uma perspectiva crítica em sala de aula, a fim de alcançar a Alfabetização Científica e Tecnológica de seus alunos, encontra-se na contextualização dos conteúdos disciplinares em suas diversas concepções de abordagem.

2.1 A contextualização como requisito estruturante para o Ensino de Física

A ideia de contextualização entrou em pauta a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996 (BRASIL, 2017), que orienta a compreensão dos conhecimentos sistematizados para uso cotidiano. A sua origem é pautada nas Diretrizes que estão definidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000a, 2000b, 2000c), estes são guias para orientar a escola e os professores na execução de uma atividade contextualizada. De acordo com esses documentos, a organização curricular orienta os professores a tratar os conteúdos de ensino de forma contextualizada, enfatizando a relação dos conteúdos com o contexto que o aluno vivencia.

O processo de contextualização dos conteúdos escolares vem sendo defendido por diversos pesquisadores e documentos, como uma possibilidade de apropriação entre os conteúdos escolares e a vivência diária do aluno, de forma que o ensino venha a se tornar mais significativo para o aluno (AULER; DELIZOICOV, 2001; RICARDO, 2005; SANTOS, 2007; MACEDO, 2013; BRASIL, 2017; BRASIL, 2000a).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) (BRASIL, 2013), também preconizam a contextualização, a interdisciplinaridade, competências e habilidades como eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas no ensino das diferentes disciplinas, porém o Ensino de Ciências em geral, e em particular o Ensino de Física, na maioria das escolas, vem sendo trabalhado de forma descontextualizada e dogmática. Os estudantes não conseguem relacionar e aplicar o que se estuda na disciplina de Física em seu cotidiano e, por isso, compreendem que o estudo da Física se resume a memorização de leis e nomes complexos, classificações de fenômenos e resoluções de problemas usando formalismo (algoritmos) matemático (SILVA; GUARDA; JUNIOR; SANT'ANA, 2017).

Sobre a contextualização, percebe-se que há uma compreensão restrita do que vem a ser essa relação do conhecimento científico com o cotidiano do estudante, pois muitos professores consideram o princípio da contextualização como sinônimo de exemplificar situações do cotidiano, ou seja, no sentido de descrever nominalmente o fenômeno com a linguagem científica. Santos (2007) fala da contextualização trabalhada por alguns professores em que diz:

[...] se ensina nomes científicos de agentes infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, **mas não se reflete sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades.** Da mesma forma, se ilustra exemplos do cotidiano de processos de separação de materiais como catação, **mas não se discute os determinantes e as consequências do trabalho desumano de catadores em lixões do Brasil** [grifo nosso] (SANTOS, 2007, p. 4).

Observa-se na discussão de Santos (2007), que essa abordagem é desenvolvida na maioria das vezes sem explorar as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos, mas para muitos professores a simples exemplificação de situações do cotidiano do estudante já significa contextualizar. Na Física em particular, isso se torna evidente, pois os estudantes convivem diariamente com acontecimentos sociais significativos relacionados com a Ciência e Tecnologia, mas recebem na escola um ensino que se mostra distante das discussões atuais. Em muitos casos, os estudantes identificam uma Ciência ativa, moderna e presente no mundo real, mas distante e sem conexão com a Física que é ensinada na escola ou que só funciona na escola. Talvez, por essa e outras razões, os professores apontam as dificuldades para a falta de interesse e motivação dos estudantes que prejudica o processo de aprendizagem. A contextualização poderá ser organizada por meio da abordagem de temas sociais que possibilitem discutir transversalmente os conteúdos, através de conceitos científicos, de aspectos sociocientíficos relacionando com as questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas (RIBEIRO, 2009).

O processo de contextualização pode ocorrer a partir de diferentes concepções e diferentes enfoques teóricos. A ideia é apresentada desde a concepção de que contextualizar parte inicialmente do processo de exemplificação do conteúdo específico mediante a aspectos do cotidiano, até a compreensão de que a contextualização ocorre através da problematização crítica do conjunto de aspectos que envolvem a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente (CTSA). Sobre isso, Wharta e Alário (2005) contribui com a ideia de contextualizar afirmando que:

[...] contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta (WHARTA; ALÁRIO, 2005, p.43).

Um exemplo de contextualização, muito utilizado por professores e muitas vezes encontrado nos LD, é da ilustração/exemplificação dos conceitos científicos. Boa parte dos LD apresentam uma perspectiva diferente da contextualização pelo cotidiano. Normalmente fazem menções às aplicações da Ciência e Tecnologia apenas ao final de um processo educativo rela-

cionando com os aspectos conceituais. A ideia de contextualização presente nos livros é a de que o aluno possa ao final de um trabalho de natureza conceitual observar algumas aplicações concretas da teoria estudada. Não há nenhuma problematização sobre as aplicações da Ciência e Tecnologia. Esse tipo de contextualização presente nos livros é figurativo que segundo a ideia de Ricardo (2005):

[...] mascara práticas educacionais antigas com rápidas ilustrações que pretendem justificar o ensino de determinados conteúdos. É uma tentativa de responder a frequente pergunta dos alunos: para que serve isso que você está me ensinando? (RICARDO, 2005, p. 123).

Outra ideia de contextualização pode ser denominada como histórica/sócio cultural. Essa perspectiva parte do pressuposto de que o aluno deve ter conhecimento dos aspectos que determinam o processo da construção das teorias científicas, a partir dos contextos históricos que envolveram os estudos dos cientistas em suas épocas. Sobre o contexto histórico das teorias científicas, os documentos oficiais, evidenciam o que diversas pesquisas relacionadas ao ensino de Ciências apontam, a inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Física no nível médio, com o objetivo de contribuir para a formação de uma cultura científica realista, que permita ao estudante interpretar fatos, fenômenos e processos naturais, edificando e dimensionando a interação do estudante com a natureza como parte da própria natureza em transformação (MACEDO, 2013).

Diante do exposto, verifica-se que a construção de uma aprendizagem significativa da Física, não deve excluir a relação contextual entre as interfaces dos conhecimentos trazidos pelos estudantes (conhecimento cotidiano) e o conhecimento discutido em sala de aula (conhecimento científico), pois esta relação propicia meios para que os estudantes, enquanto sujeitos históricos, compreendam o potencial que possuem como agentes transformadores, seja no meio social, ambiental, econômico ou político. O Ensino de Física, por exemplo deve levar o estudante a compreender que a Ciência é o produto de um longo processo histórico e social de quebras de paradigmas e de uma atividade essencialmente humana. A contextualização histórica permite que o professor não trabalhe os saberes científicos como um produto acabado, com começo, meio e fim. Mas, que o professor trabalhe o conhecimento científico voltado para o exercício da cidadania, contribuindo para a transformação dos estudantes em cidadãos críticos capazes de refletirem acerca de problemas que possam encontrar em suas comunidades. Essa é a ideia de contextualização que se busca encontrar nos LD, pois constitui-se como algo fundamental para que os professores discutam com os estudantes em prol de uma leitura crítica de mundo

(RICARDO, 2005).

2.2 O Ensino de Física na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade

A evolução da Ciência e Tecnologia tem ocasionado diversas transformações na sociedade contemporânea, refletindo em mudanças nos níveis econômico, político e social. A Ciência e Tecnologia são consideradas os motores do progresso que proporcionam não só o desenvolvimento do saber humano, mas também uma evolução para o homem. Entretanto, não se pode confiar excessivamente na Ciência e Tecnologia, pois nem sempre trarão somente benefícios à humanidade, visto que supõe um distanciamento de ambas em relação às questões que se envolvem (BARBOSA; MACHADO; JUNIOR; LINHARES, 2017).

Nas décadas de 1960 e 1970, após os resultados do avanço científico e tecnológico, a Ciência e Tecnologia se toraram alvo de um olhar mais crítico, devido a degradação ambiental, assim como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra, as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante. Outro fator que contribuiu para o olhar crítico foi a publicação das obras *A estrutura das revoluções científicas*, escrito pelo físico e historiador da Ciência Thomas Kuhn, e *Silent spring* escrito pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas publicações em 1962 que potencializaram as discussões sobre as interações da abordagem que passaram a ser objeto de debate político (AULER; BAZZO, 2001). Sobre as contribuições e implicações da CT, Bazzo (1998) destaca que:

É inegável a contribuição que a Ciência e a Tecnologia trouxeram nos últimos anos. Porém, apesar desta constatação, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cegos pelo conforto que nos proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivo técnicos. Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer que a Ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas (BAZZO, 1998, p. 142).

Observa-se constantemente que apesar dos meios de comunicação estarem disseminando os pontos críticos do desenvolvimento científico e tecnológico, como por exemplo, a produção de alimentos transgênicos, algumas possibilidades de problemas na construção de usinas nucleares e o tratamento ainda precário do lixo, entre outros fatores, os cidadãos ainda têm dificuldade em perceber e compreender as implicações desses assuntos na sociedade e que poderiam causar problemas a curto ou a longo prazo. Muitos cidadãos mal sabem que atrás das grandes promessas de desenvolvimento científico e tecnológico escondem-se lucros e interesses das classes dominantes. Muitas vezes, a classe dominante persuadindo a classe menos favorecida impõem seus interesses,

fazendo com que as necessidades da população carente de benefícios não sejam amplamente atendidas (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Percebe-se cada vez mais, a importância da AC em todos os níveis de ensino, pois é necessário que a população possa, além de ter acesso as informações sobre o avanço científico e tecnológico, ter também condições de avaliar e participar das decisões que venham a afetar o meio onde vivem. Como fazer isso? questionando e se posicionando sobre os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico e sobre as aplicações destes em seu entorno, além de perceberem que certas atitudes muitas vezes, não vão atender a maioria, mas aos interesses dominantes. Sobre isso, Bazzo (1998, p.34) diz: “o cidadão merece aprender a ler e entender – muito mais do que conceitos estanques - a Ciência e a Tecnologia, com suas implicações e consequências, para poder ser elemento participante nas decisões de ordem política e social que influenciarão o seu futuro e o dos seus filhos”.

AC não deve está voltada apenas para a compreensão da Ciência e Tecnologia, mas deveria proporcionar informações sobre os avanços científicos que atingem a sociedade negativamente, por exemplo, o buraco na camada de ozônio, o aquecimento global e a manipulação de código genético, além de levar os cidadãos a refletirem sobre o efeito das armas de destruição massiva, entre outros. Precisamos considerar que somos atores sociais e que constantemente somos afetados pelas possíveis consequências das implicações de determinadas tecnologias e que muitas vezes não podemos evitar seus impactos. Mas, é preciso protestar, assim como os próprios consumidores de produtos tecnológicos protestam pela regulação e pelo uso das tecnologias, bem como outros interessados conscientes que veem na tecnologia um risco a seus princípios ideológicos, como também os ecologistas e ONGs e outros estudiosos que avaliam os riscos das áreas que dominam. Ou seja, toda sociedade deve ser capaz de avaliar e tomar decisões (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007). O que nos faz pensar acerca de como tem sido o papel do Ensino de Física no ensino médio, já que uma boa parte dos estudantes aprendem estes conhecimentos de forma descontextualizada do seu meio, utilizando o conhecimento científico apenas nas avaliações internas das escolas ou nos exames vestibulares como meio para adentrarem no ensino superior.

Sobre a abordagem CTS nas escolas brasileiras, Auler (1998) destacou diversos problemas que influenciam a inserção dessa abordagem em sala de aula, tais como, a formação disciplinar dos professores que é incompatível com a perspectiva interdisciplinar presente na abordagem CTS; a compreensão dos professores sobre as interações entre CTS; a não contemplação da

abordagem CTS nos exames de seleção; a falta de material didático- pedagógico e a redefinição de conteúdos programáticos. Auler (1998) ainda chama atenção para a escassa publicação sobre a utilização da abordagem CTS no ensino das escolas brasileira. Considerando este cenário, os professores têm o papel de destaque na implementação de Currículos com ênfase na abordagem CTS, a fim de contribuir na formação de futuros cidadãos com uma conduta crítica, diante das questões socioambientais, além da formação de uma cidadania ambiental e ética, com um olhar refinado para a questão da sustentabilidade.

Na educação, principalmente no ensino médio, ressaltamos a importância da abordagem CTS como impulsionador de questionamentos e posicionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico, tecnológico e social. Nesse contexto, Santos e Mortimer (2002) pontuam que a estrutura dos trabalhos com abordagem CTS deve seguir a sequência:

- 1) introdução de um problema social; 2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; 3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; 4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e 5) discussão da questão social original (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 112).

A perspectiva crítica parte de questões problematizadoras para o estudante desenvolver seu lado questionador e responsável diante de assuntos técnicos e científicos. Um ensino problematizado pode auxiliar o professor a desmistificar a Ciência e alcançar Alfabetização Científica e Tecnológica em uma perspectiva ampliada. Dessa forma, é fundamental que discuta com os estudantes de forma contextualizada os avanços da Ciência e Tecnologia, suas causas, consequências, os interesses econômicos e políticos. Essa ideia é reiterada no PCNEM (BRASIL, 2000a e 2000c) como forma de educação tecnológica, em que compreenderia a origem e o uso que se faz dos artefatos tecnológicos na sociedade contemporânea. A educação tecnológica precisa ser compreendida num sentido que, segundo Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), leve os alunos a pensarem na dimensão social da Ciência e Tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais quanto de suas consequências sociais e ambientais.

A perspectiva de educação tecnológica encaminha-se para a abordagem CTS, que vem se difundindo com trabalhos publicados em periódicos da área de Ensino de Ciências e Matemática, como dos autores, Bazzo (1998), Auler, (2002), Leal e Gouvêa (2001), Cruz (2001), Bazzo e Colombo (2001), Santos e Mortimer (2002), Koepsel (2003), Pinheiro e Bazzo (2004), Pinheiro (2005), entre outros. Esses trabalhos discutem que a abordagem CTS ao ser inserida nos Currículos venha a despertar o aluno, a fim de que ele possa vir a assumir uma postura questionadora e crítica num futuro próximo.

A aplicação da abordagem CTS ocorre não só na escola, mas também extra-muros. O trabalho em sala de aula passa a ter outra conotação. A pedagogia didática não é mais um instrumento de domínio do professor sobre o aluno, nesse caso, juntos, passam a descobrir, a pesquisar, a construir e/ou produzir conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado, inviolável e neutro. Essa forma de ensino está sujeita a críticas e a reformulações, como mostra a própria história da Ciência, construída com quebras de paradigmas (BARBOSA; MACHADO; JUNIOR; LINHARES, 2017).

O ensino que contempla a abordagem CTS reforma a prática pedagógica, isso significa que vem a romper com a concepção tradicional que predomina na escola, promove uma nova forma de compreender a produção do saber. Desmistificando a neutralidade da Ciência e Tecnologia, superando a repetição e memorização das leis que regem o fenômeno, passando a refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Todos esses saberes são necessários para que o estudante possa viver em uma sociedade moderna e tecnológica (CORTEZ; DEL PINO, 2017). Para formar um cidadão com essas habilidades, é preciso que o ensino médio dê aos estudantes condições para compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e seu papel na sociedade. Para por em prática um ensino que vislumbra essas habilidades, os PCNEM (BRASIL, 2000c) declaram, que não é preciso criar novas disciplinas ou saberes, mas é importante utilizar a interdisciplinaridade para resolver um problema concreto ou compreender um fenômeno por meio de diferentes pontos de vista.

Os PCNEM (BRASIL, 2000c) também demonstram preocupação em promover a educação tecnológica, afirmando que: “os objetivos explicitamente atribuídos à área de Ciências e Matemática incluem compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social produtiva” (BRASIL, 2000c, p.7). Compreende-se que os objetivos propostos na LDB (BRASIL, 2017) e configurados nos PCNEM (BRASIL, 2000c) encontram aplicações na abordagem CTS, pois aproxima o estudante da interação com a Ciência e Tecnologia e com todas as dimensões da sociedade.

A abordagem CTS procura colocar o Ensino de Física numa perspectiva diferenciada, abandona as metodologias ultrapassadas de ensino e explora as dimensões da interdisciplinaridade. Nessa concepção, a preocupação do ensino médio é com os exames para ingresso nas instituições de ensino superior, que atualmente abordam os conhecimentos científicos de maneira interdisciplinar e contextualizados com temas da atualidade. Esses exames, a exemplo, Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), estimula o estudante a interpretar e resolver problemas

diversos e a relacionar os conhecimentos com outras áreas do saber. Diferente do que vinha sendo exigido anteriormente, onde preconizavam-se a memorização de fatos, fórmulas e a resolução de exercícios repetitivos, o que pouco contribuía para a formação de cidadãos críticos, nessa nova perspectiva a educação escolar é voltada para o conhecimento em CTS. Ao inserirmos em sala de aula discussões sobre o processo evolutivo da Ciência e Tecnologia, contribuímos para a formação democrática e responsável de cada estudante, possibilitando-os de compreender a relevância desses princípios, informatizando-os a respeito da produção tecnológica de cada área e o uso consciente de cada produto. Além disso, a abordagem CTS possibilita ao professor trabalhar o conteúdo de forma significativa para o aluno, combatendo a noção de neutralidade e verdade absoluta atribuída a Ciência e Tecnologia (CORTEZ; DEL PINO, 2017).

3 LIVRO DIDÁTICO E O CURRÍCULO DE FÍSICA

O processo de Ensino de Ciências, em particular de Física no Brasil, vem sendo construído ao longo dos anos. No entanto, a Física só passou a fazer parte da grade curricular do ensino fundamental e médio, a partir dos anos de 1950, tendo sua obrigatoriedade ocorrido devido ao processo de industrialização no país. Nos anos pós-guerra (término da II Guerra Mundial), o Ensino de Ciências ganhou destaque com o propósito de atrair estudantes para formação superior nessa área. O governo americano incentivou a formação dos estudantes em nível superior estendendo-se por toda América Latina (ROSA; ROSA, 2005).

O Ensino de Física no nível superior, era caracterizado pelo domínio de conteúdos e pelo desenvolvimento de atividades experimentais, sua referência era o modelo americano. Partindo do modelo de Currículo americano, os professores foram treinados em cursos específicos, onde se perpetuava um modelo conteudista experimental. Essa perspectiva de ensino, tem sido atualmente reflexo do Ensino de Física no Brasil, pois muitos professores que foram formados na época dos anos pós-guerra ministram ou ministraram aulas nas universidades, sendo formadores dos professores que atuam na educação básica, assim conservando o Currículo conteudista (ROSA; ROSA, 2005).

As aulas experimentais de Física no período anterior a II Guerra Mundial, eram poucas e centradas na demonstração do professor, pois os aparatos experimentais eram sofisticados e com custos elevados. O objetivo das aulas experimentais consistia na demonstração do fenômeno físico, a partir do experimento ilustrava-se a teoria, esse período ficou conhecido como a era das máquinas. No entanto, após a década de 1950, as atividades experimentais foram reformuladas e passou-se a privilegiar a montagem dos equipamentos experimentais pelos estudantes. As aulas práticas de Física foram reestruturadas e os estudantes passaram a receber *kits* para a montagem do experimento que desejavam estudar (ROSA; ROSA, 2005).

Os investimentos em educação, na década de 1960, continuavam dependendo de capital estrangeiro, mas simultaneamente iniciava-se um movimento de reforma da educação brasileira com a implementação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (BRASIL, 2017) que ampliou a carga horária das disciplinas científicas do ensino fundamental e médio. Ocorreram grandes mudanças, como as revisões curriculares, a criação de centros de Ciências, produção de materiais didáticos, assim como programas de capacitação de professores, além da democratiza-

ção do ensino fundamental com término dos exames de admissão ao nível ginásial, atualmente denominado 6º e 9º anos do ensino fundamental. Essas mudanças proporcionaram um crescimento no número de cidadãos alfabetizados que tinham acesso a uma educação científica básica (GOUVÊA, 2008). No mesmo período, o Ensino de Física recebeu investimentos de convênios com instituições e governos estrangeiros para aquisição de materiais que seriam utilizados em aulas experimentais. Foram distribuídos nas escolas os *kits* de materiais didáticos que eram acompanhados de livros (guias de roteiros) que auxiliavam as atividades dos professores.

A corrida para a modernidade e desenvolvimento, despertou no Brasil assim como em outros países, no início da década de 1970, onde o Ensino de Ciências passou a ser um elemento fundamental para se alcançar tal sucesso. Nesse sentido, Gouveia (1992) diz que:

Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a educação como um todo, era preciso dar especial atenção ao aprendizado de Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e também se sanar os possíveis enganos cometidos (GOUVEIA, 1992, p. 72).

O Ensino de Ciências passou por uma mudança e a educação do ensino secundário começou a ser vista como preparatório para o mercado de trabalho, independente do nível socioeconômico dos estudantes. O objetivo desse tipo de ensino, tinha como foco diminuir o acesso desses estudantes no nível de ensino superior, assim encaminhando-os para o mercado de trabalho mais rápido. Fortalecendo a visão americana de Educação que se consolidava como fonte de progresso econômico do país. Com isso, o Ensino de Ciências no Brasil sofreu uma adaptação, sendo denominado como ensino profissionalizante (GOUVEIA, 1992).

Na década de 1980, vários países e a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) assumiram um compromisso internacional com a Educação em Ciências. Uma nova meta foi estabelecida sob o *slogan* Ciência para todos. No Brasil, esse movimento implementou alguns programas de divulgação científica, como revistas e a criação de museus de Ciência e Tecnologia, além de lançarem editais específicos para financiamentos dessas ações com recursos públicos. Criaram-se equipes de pesquisa em Ensino de Ciências, fundou-se revistas de Pesquisa em Ensino de Ciências e, em 1997 criaram, a Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências (ABRAPEC), nesse mesmo ano, ocorreu o primeiro Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e, em 2000, foi criada na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) a área de Educação em Ciências e

Matemática, que implementou cursos de pós-graduação (GOUVÊA, 2008).

Com a reorganização no campo político do Brasil nas décadas de 1990 e 2000, o Ensino de Ciências tomava dimensões mundiais de produção de conhecimento voltado para os avanços das tecnologias. Já não se podia mais separar a Ciência da Tecnologia e iniciava-se um debate sobre as implicações dessa interação para os homens e para a sociedade. A partir das discussões sobre essas implicações na sociedade, houve a necessidade de uma melhoria no Ensino de Ciências no Brasil e no mundo. Essa reforma (melhoria) no Brasil, não sofreu alterações significativas, pois ainda permaneceu no Ensino de Ciências, em específico da Física, o modelo tradicional, ou seja, não conseguiu alcançar os níveis desejados. Um fator que determina o exercício do modelo tradicional de ensino está ligado a formação do professor, aqui já relatado, pois a grande maioria desconhece as relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), perpetuando um ensino focado na informação, sem qualquer conexão com as vivências diárias dos estudantes (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Hoje, no início século do XXI, refletindo sobre o Ensino de Física no Brasil, chegamos a conclusão que mais de cem anos de história se passaram, mas a abordagem de ensino continua a mesma, com o método de ensino voltado para a transmissão de informações, através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para resoluções de exercícios algébricos. Atividades descontextualizadas que fogem do processo de formação dos indivíduos, dentro de uma perspectiva histórica, social, ética e cultural (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Inúmeras críticas são feitas ao método tradicional de ensino, como referência Freire (2009), crítica as relações entre educador e educando, onde o educador utiliza uma metodologia cansativa, repetitiva e voltada para o acúmulo de informações, no qual o ensino é focado na transmissão do conteúdo de forma descontextualizada. Essa metodologia de ensino é denominada por Freire (2009) como educação bancária, pois o educador detentor do conhecimento pensa e prescreve, enquanto o educando é o objeto que recebe o conhecimento. Sendo o educador, o bancário, faz depósitos nos educandos e estes passivamente os recebem. O autor ainda pontua que, quanto mais os educandos se exercitam no arquivamento dos depósitos, menos desenvolvem o pensamento crítico.

Observa-se que o Currículo tradicional de ensino se propõe a transmitir conteúdos, deixando em segundo plano a preparação do estudante para a vida, distanciando a Física da realidade do mundo moderno. Sobre isso, Ricardo e Freire (2007, p. 256) dizem que: “estabelecer

uma relação entre a Física escolar e o cotidiano e/ou a tecnologia não é uma prática usual”. Tendo em vista que, o Currículo organiza os conteúdos de forma fragmentada em todos os níveis de ensino, sendo separado em Ciências dura (Matemática, Física, Química e Biologia) e Ciências humanas. Dessa forma, não há construção histórica, controvérsias e significação social (CHIQUELTO, 2011).

Neto e Pacheco (1998) enfatizam em suas pesquisas, que o Ensino de Física ao longo dos anos, tem assumido um caráter de preparação para ingresso nas instituições de ensino superior. Pode-se comprovar esse fato ao observarmos o uso indiscriminado do Livro Didático (LD) que apresentam exercícios voltados para memorização e o uso apenas de soluções algébricas. Esse mecanismo de ensino desvaloriza o processo de reflexão sobre os conteúdos de Física e acabam treinando os estudantes para manusear com habilidade fórmulas algébricas, sem nenhuma compreensão conceitual da questão/problema (SILVA, 2010).

Souza (2002) critica a forma como os autores dos LD e as editoras enfatizam as questões de exames para ingresso nas instituições de ensino superior, tentando mostrar sua preocupação com o futuro do estudante. Os livros direcionam os estudantes a resolverem problemas recheados de cálculos estabelecidos por conceitos que dão a entender uma Física acabada e imutável. No entanto, o mais preocupante é a forma que se trabalha o Ensino de Física nas escolas brasileiras, adestrando o estudante a resolver os problemas por um único meio, por algoritmos matemáticos.

O LD de Física se destaca sobretudo, por sua utilidade dentro do contexto escolar, pois certamente continuará por longo tempo, como o principal artefato do Currículo e por ser o mais utilizado em sala de aula. Por isso, é objeto de discussão há bastante tempo no campo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Este instrumento de ensino, dada a sua importância, necessita de mudanças constantes para que atenda, pelo menos uma parte dos objetivos a que se destina (SILVA, 2010).

Para Filho (2000), o LD desde o século XIX até meados do século XX, tinha um formato denominado de compêndio que comparando com os atuais são bastante diferentes, pois o discurso presente neles era monocórdio, único. O autor chama atenção para a origem desse instrumento no ensino, explicando que surgiu de notas de aulas, cujos os conteúdos seguem a sequência das antigas enciclopédias. Ainda pontua que os livros sofreram forte influência europeia, principalmente a francesa, destacando que:

Um compêndio é uma obra didática elaborada, geralmente, por um único autor. Suas origens eram as notas de aulas preparadas por seus autores, que as organizavam com o passar do tempo, resultando num livro que contemplava toda a “Física Geral ou Clássica”. A sequência dos assuntos segue a tradição das antigas enciclopédias, que iniciam no estudo dos movimentos (Cinemática), e vão até as causas do movimento (Dinâmica), Gases Calor e etc. Os compêndios de origem européia dominaram a literatura universitária e dos colégios por longo tempo, em especial a francesa (FILHO, 2000, p. 8).

Diante dessa afirmação, pode-se concluir que o LD de Física é um componente determinante do Currículo e do interior das salas de aula, pois a maioria dos professores seguem rigorosamente as atividades preconizadas nos LD. Por isso, a análise constantemente da abordagem dos conteúdos é necessária para que atenda às necessidades básicas do ensino médio. Nessa perspectiva, o Currículo de Física e o LD estão inseridos nas orientações das políticas curriculares nacionais, ou seja, na elaboração das orientações curriculares, nos mecanismos de regulação e implementação do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e na avaliação do LD (EMMEL, 2015).

3.1 Documentos Oficiais, importância e limitações no que diz respeito à utilidade do livro didático de Física do ensino médio

O contexto educacional atual, apresenta um índice de escolarização em extrema desvantagem em relação aos índices de conhecimento que os países desenvolvidos apresentam. Faz-se necessário reunir esforços para mudar essa situação, visto que, vivemos em constante transformação e precisamos tomar decisões frente aos desafios postos pelo mundo moderno (VIEIRA; CAMARGO, 2013).

Diferente das décadas de 1960 e 1970, quando a política educacional vigente preconizava-se um ensino médio focado em formar profissionais especialistas capazes de dominar as máquinas de processo de fabricação, na década de 1990 os desafios eram outros. Nesse caso, em decorrência dos avanços tecnológicos os cidadãos necessitavam de uma formação baseada em outros parâmetros. O objetivo não era reduzir o acúmulo de conhecimento, mas prepará-los para utilizarem os conhecimentos científicos em diferentes contextos da vida cotidiana (SILVA, 2010). Sobre isso, pode-se verificar que o ensino médio adquiriu contornos no texto legal da LDB (BRASIL, 2017), que afirma no artigo 35:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Para o Currículo ser aplicado, a lei estabelece diretrizes, que é pontuada no artigo 36:

Art. 36. O Currículo do ensino médio observará (...) as seguintes diretrizes:

I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;

II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; ...

§ 1º Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:

I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;

Através das definições e diretrizes, podemos destacar a ligação estabelecida entre o ensino e a tecnologia, deixando perceptível que os estudantes deverão alcançar o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna (BRASIL, 2017). Essa inovação no Currículo de Física é necessária, porque propõe uma união entre teoria e prática, diferente do modelo tradicional de ensino que se pautava apenas em atividades de laboratório. No entanto, para os estudantes atingirem tal objetivo, primeiramente o professor deverá dominar os conhecimentos científicos e tecnológicos das tecnologias atuais presentes na sociedade para depois conduzir tais conhecimento em sala de aula.

Para explicitar as propostas estabelecidas na LDB (BRASIL, 2017), criaram-se os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000a), a fim de melhorar as propostas da LDB sobre o papel da Educação na sociedade moderna. A versão atual do documento está disponível na plataforma do Ministério da Educação (MEC). Na parte I dos PCNEM (BRASIL, 2000a), correspondente as bases legais desse documento, faz-se uma crítica a respeito do modelo tradicional de ensino que muitas vezes não colabora com a formação de um cidadão crítico e reflexivo. O documento ressalta a importância da educação tecnológica frente as interações entre os conteúdos programados pelo Currículo e as vivências diárias dos

estudantes na sociedade. Dessa forma, o documento pontua que:

Não se pode mais postergar a intervenção no Ensino Médio, de modo a garantir a superação de uma escola que, ao invés de se colocar como elemento central de desenvolvimento dos cidadãos, contribui para a sua exclusão. Uma escola que pretende formar por meio da imposição de modelos, de exercícios de memorização, da fragmentação do conhecimento, da ignorância dos instrumentos mais avançados de acesso ao conhecimento e da comunicação (BRASIL, 2000a, p. 12).

Todo conhecimento é socialmente comprometido e não há conhecimento que possa ser aprendido e recriado se não se parte da preocupações que as pessoas detêm. O distanciamento entre os conteúdos programáticos e a experiência dos alunos certamente responde pelo desinteresse e até mesmo pela deserção que constatamos em nossas escolas. Conhecimentos selecionados a priori tendem a se perpetuar nos rituais escolares, sem passar pela crítica e reflexão dos docentes, tornando-se, desta forma, um acervo de conhecimentos quase sempre esquecidos ou que não se consegue aplicar, por se desconhecer suas relações com o real (BRASIL, 2000a, p. 22).

Diante do que foi pontuado no PCNEM (BRASIL, 2000a), percebe-se um posicionamento claro contra o modelo tradicional de ensino. Para melhorar a compreensão do estudante sobre as Ciências, os PCNEM (BRASIL, 2000a) propõe um ensino alinhado com os objetivos gerais e as diretrizes curriculares da LDB (BRASIL, 2017), englobando um ensino pautado na interdisciplinaridade e, na interação entre ensino, Ciência, Tecnologia e Sociedade. Compreendendo isso, um dos conceitos centrais é o de competência, ressaltado na parte I (bases legais) em que diz:

Não há o que justifique memorizar conhecimentos que estão sendo superados ou cujo acesso é facilitado pela moderna tecnologia. O que se deseja é que os estudantes desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo (BRASIL, 2000a, p. 14).

O desenvolvimento dos PCNEM (BRASIL, 2000a), pauta-se nas competências que se pretende que o estudante adquira, faz oposição ao Currículo tradicional da escola que é centrado em conteúdos. O documento explicita quais seriam as competências, lê-se na parte I (bases legais):

De que competências se está falando? Da capacidade de abstração, do desenvolvimento do pensamento sistêmico, ao contrário da compreensão parcial e fragmentada dos fenômenos, da criatividade, da curiosidade, da capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, ou seja, do desenvolvimento do pensamento divergente, da capacidade de trabalhar em equipe, da disposição para procurar e aceitar críticas, da disposição para o risco, do desenvolvimento do pensamento crítico, do saber comunicar-se, da capacidade de buscar conhecimento (BRASIL, 2000a, p. 11-12).

Compreende-se que o foco educacional dos conteúdos disciplinares deve ser pautado nas competências e habilidades que se deseja que os estudantes alcancem. Nessa perspectiva, a extensão das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), traz uma proposta mais detalhada, a fim de que se alcance tal objetivo. Um dos caminhos ressaltados no documento é um ensino focado na interdisciplinaridade, exposto no volume Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, em que diz:

Nessa nova compreensão do ensino médio e da Educação básica, a organização do aprendizado não seria conduzida de forma solitária pelo professor de cada disciplina, pois as escolhas pedagógicas feitas numa disciplina não seriam independentes do tratamento dado às demais, uma vez que é uma ação de cunho interdisciplinar que articula o trabalho das disciplinas, no sentido de promover competências (BRASIL, 2002, p. 13)

A proposta presente no PCN+ (BRASIL, 2002), é detalhada até chegar ao nível da divisão dos assuntos da Física, de propostas de interdisciplinaridade e até da programação do curso ao longo dos semestres. Este documento é um texto dirigido ao professor ou a coordenação escolar em que se discute a condução do aprendizado nos diferentes contextos e condições de trabalho das escolas brasileiras. Na leitura do PCN+ (BRASIL, 2002), compreendemos alguns aspectos que orienta o professor da disciplina de Física, exposto no volume Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias:

- A disciplina escolar física é tratada de forma diferenciada da disciplina científica física;
- Na introdução é destacada a dimensão investigativa da ciência;
- Na introdução é destacada a dimensão investigativa da ciência;
- Em relação à tecnologia esta deve ser tratada em seu aspecto prático e social, com vistas à solução de problemas concretos e não como simples ilustração e pode ser entendida como preparação para o trabalho;
- O ensino da disciplina escolar física deve ser contextualizado (história e cotidiano) e a partir da interdisciplinaridade desenvolver a competência;
- Os conhecimentos em Física constituem-se em cultura e devem ser utilizados para a compreensão do mundo crítico-analítica do estudante.

Todos os pontos destacados acima, apontam possibilidades de contextualização que atendem as especificidade regionais, locais da sociedade, da cultura, da economia e do cotidiano

do estudante. O corpo de propostas apresentados nos documentos PCNEM (BRASIL, 2000a) e PCN+ (BRASIL, 2002) é inovador e se bem direcionado pode levar a uma nova abordagem do Ensino de Física, sempre adaptando as necessidades do aluno e até da realidade da escola. A proposta se restringiu a dar sugestões gerais que, em princípio deveriam ser aproveitadas pelos professores no exercício do planejamento e na execução de seus cursos.

Hoje, 19 anos depois da publicação dos PCNEM (BRASIL, 2000a), ainda se pratica o mesmo tipo de ensino, e os LD, hoje distribuídos gratuitamente nas escolas públicas brasileiras pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), contém basicamente as mesmas aulas, embora nota-se a evolução de alguns livros, como constatado na pesquisa de Dominguni (2010a). Compreendemos as dificuldades dos professores e até mesmo de autores de LD em mudar radicalmente o ensino, visto que a disciplina escolar sobre diversos aspectos apresenta inércia, que segundo Chervel (1988) torna-se uma “máquina que gira por conta própria”.

Chiquetto (2011) em sua pesquisa sobre o Currículo de Física, ressalta que um número significativo de professores fazem críticas ao ensino tradicional e que, embora os professores reconheçam a relevância das novas propostas ainda não conseguem aplicá-las em seu dia a dia, gerando uma angústia entre profissionais da área. O autor ainda pontua que essa dificuldade não é culpa dos professores, pois quando se fala em mudanças sempre há críticas dos alunos e de suas famílias que não compreendem ou não concordam com as propostas.

Essa discussão, nos faz refletir sobre a abordagem dos conteúdos de Física presente nos LD, que ainda se perpétua uma linguagem tradicional que esgota os conteúdos historicamente considerados como relevantes e não dão espaço para a inserção de outros. Além disso, a Física apresentada nos livros não possui protocolos de produção de conhecimento, não há contextualização e quando apresentam imagens que problematizam o conteúdo, assume uma posição unilateral. A falta da contextualização é um dos grandes problemas presente nos livros, a grande maioria traz situações cotidianas fundamentadas nos conhecimentos científicos, algumas vezes, exemplificando, mas sem abordar as aplicações na sociedade e sem discutir as interações CTS (BELANÇON, 2017).

Percebe-se que o Currículo de Física e alguns LD desconsideram a maioria das discussões centralizadas na ideia de Alfabetização Científica (AC) que facilitaria o processo de ensino-aprendizagem da Física. O Currículo contribuiu para a falta de internalização dos conhecimentos científicos, pois é compêndio, essencialmente conteudista, seguindo um modelo enciclopédico. Embora, se reconheça a importância de ensinar os conhecimentos físicos atrelados ao contexto

social do aluno, esse campo de ensino ainda não é satisfatório, pois, a seleção, a sequência e a profundidade dos conteúdos curriculares estão organizadas de forma estanque e acrítica. Portanto, a partir das discussões apresentadas neste capítulo ratificamos a contribuição científica desta pesquisa, abordando a relevância dos LD para o sistema educacional e para a AC do aluno (BELANÇON, 2017).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste Capítulo, descrevemos a metodologia da pesquisa, a busca do material para análise, a definição e discussão dos indicadores de Alfabetização Científica (AC) e explicitamos o procedimento de análise das obras didáticas.

4.1 Metodologia da Pesquisa

A presente pesquisa é pautada em uma investigação de natureza qualitativa em que o objeto de estudo é problematizado nessa perspectiva de investigação. A escolha pela abordagem qualitativa nos motivou, por tratar-se de uma pesquisa no campo da investigação em Livros Didáticos (LD) de Física.

A pesquisa qualitativa é a que melhor se enquadra aos objetivos estabelecidos, visto que, essa abordagem preza por um olhar do pesquisador mais interpretativo e descritivo que incorpora todas as nuances das práticas sociais.

Sobre a abordagem qualitativa, Flick (2009) afirma que surge da construção social do que se investiga, interessa-se em compreender os sujeitos, suas ações diárias e o conhecimento relativo ao estudo em questão, detalha e descreve informações de pessoas, situações e processos. Flick (2009) ressalta de maneira mais ampla que:

A pesquisa qualitativa parte da ideia de que os métodos e a teoria devem ser adequados aquilo que se estuda. E que usa o texto como material empírico (em vez de números), parte da noção da construção social das realidades em estudo, e está interessada nas perspectivas dos participantes, em suas práticas do dia a dia e em seu conhecimento relativo à questão em estudo (FLICK, 2009, p. 9).

Entre as nuances da pesquisa qualitativa, o pesquisador pode fazer uso de diferentes instrumentos para coleta de dados como entrevistas, fotografias, desenhos, jornais, revistas, livros, entre outros documentos textuais escritos e impressos, arquivos de mídias que permitem compreender diferentes aspectos que envolvem situações de pesquisas variadas. Não questionamos a importância da abordagem quantitativa em pesquisas educacionais, mas reiteramos a relevância da abordagem qualitativa para compreender a historicidade de produções científicas sobre a Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Em relação a tipologia de investigação, esta pesquisa constitui-se de uma análise documental, que segundo Kripka, Scheller e Bonotto (2015) é:

aquela em que os dados obtidos são estritamente provenientes de documentos, com objetivo de extrair informações neles contidas, a fim de compreender um fenômeno; é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos; é caracterizada como documental quando essa for a única abordagem qualitativa, sendo usada como método autônomo (KRIPKA; SCHELLER E BONOTTO, 2015, p. 58).

Compreendemos a pesquisa documental como um processo exaustivo de rerepresentar as informações contidas nos documentos. Esta abordagem de pesquisa usa documentos estáticos, passíveis de leitura e de fácil acesso, como é o caso dos LD analisados. As autoras Kripka, Scheller e Bonotto (2015) explicam que a pesquisa documental não pode ser confundida com a pesquisa bibliográfica com a qual se assemelha, pois ambas utilizam o documento como objeto de investigação. O que as diferencia é a fonte, ou seja, a característica do documento: no primeiro caso, denomina-se de fontes primárias os materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja os dados originais; no segundo, as fontes secundárias correspondente a pesquisa de dados de segunda mão, são informações que já foram trabalhadas por outros pesquisadores.

Entre os vários tipos de pesquisa de natureza qualitativa, optamos para esta pesquisa pelo método de análise de conteúdo, pois é uma técnica que busca descrever o conteúdo emitido no processo de comunicação, seja por meio de falas ou de textos. Os documentos selecionados para esta pesquisa foram os LD de Física do 3º ano do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 e escolhidos por três escolas públicas estaduais de São Luís- MA. Compreendemos que os LD podem fornecer informações relevantes sobre os conteúdos de FMC uma vez que, são renovados a cada triênio e possibilitam a leitura mais crítica da sua abordagem.

4.2 A busca do material para pesquisa

Primeiramente buscamos informações sobre o processo de escolha dos LD na secretária de Educação do Estado do Maranhão. Explicaram todo o processo e pediram que selecionássemos escolas para apresentar o projeto de pesquisa a nível de esclarecimento, para posterior solicitar os livros à direção da escola ou o arquivo em pdf que era o mais viável, segundo as informações obtidas.

A busca pelos LD para análise dos conteúdos de FMC foi realizada em três escolas públicas da rede estadual que atendem os alunos do ensino médio da região do Centro de São Luís- Maranhão. As escolas selecionadas foram o Centro de Ensino Liceu Maranhense (LICEU),

Centro de Ensino João Francisco Lisboa (CEJOL) e Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA). O critério de seleção das escolas, deu-se devido a uma maior abertura dessas instituições para realização de pesquisas e projetos, o que permitiu acesso ao material físico. Além disso, o LICEU e CEJOL são escolas tradicionais do ensino médio.

O LICEU é uma instituição conhecida como Palácio da Educação, fundada em 24 de julho de 1838, primeira escola pública de ensino secundário, historicamente é considerada um símbolo de referência na área de Educação. O CEJOL é atualmente uma das escolas de Educação Integral criada pelo Governo do Maranhão, mas anteriormente era conhecida como Centro de Ensino Governador Edison Lobão (CEGEL), por motivos de homenagens inviáveis foi renomeado. O IEMA foi reorganizado em 21 de dezembro de 2015 com o intuito de ampliar a oferta de Educação profissional técnica de nível médio no estado. Anteriormente era denominada como Universidade Virtual do Maranhão (UNIVIMA) criada em 14 de julho de 2003, era voltada para a modalidade de Educação a distância. O IEMA está organizado em unidades plenas (escolas de ensino médio e técnico em tempo integral) e unidades vocacionais (atendem jovens e adultos e ofertam cursos técnicos profissionalizantes de formação inicial e continuada). Nesta pesquisa selecionamos a unidade plena localizada no Centro de São Luís.

Os LD adquiridos nas escolas são do PNLD de 2018 e são três coleções diferentes. Identificamos os livros por um código, onde consta o número do livro (L1, L2 e L3) que corresponde respectivamente as escolas citadas anteriormente. O Quadro 1 fornece informações dos LD analisados.

Quadro 1: Relação dos três livros didáticos de Física adquiridos em escolas da rede pública estadual, da área do centro de São Luís- MA.

Nº	Autor	Título	Editora	Público Alvo	Código do livro
1	Carlos Magno A. Torres; Nicolau Gilberto Ferraro; Paulo Antonio de Toledo Soares e Paulo Cesar Martins Penteadó	Física Ciência e Tecnologia: Eletromagnetismo, Física Moderna	Moderna	3º ano ensino médio	L1
2	Kazuhito Yamamoto e Luiz Felipe Fuke	Física para o ensino médio: Eletricidade e Física Moderna	Saraiva	3º ano ensino médio	L2
3	Alberto Gaspar	Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna	Ática	3º ano ensino médio	L3

Fonte: Elaborado pela autora

As imagens dos livros descritos no Quadro 1 estão ilustradas, respectivamente, na Figura 1. Das três coleções selecionadas analisamos apenas o volume 3 de cada uma, visto que os conteúdos de FMC estão presentes somente neste volume.

Figura 1: Livros didáticos analisados



(a) Livro didático 1

(b) Livro didático 2

(c) Livro didático 3

Fonte: (a) TORRES et al, 2016; (b) YAMAMOTO; FUKU, 2016; (c) GASPAR, 2017.

Elaborado pela autora.

4.3 Procedimento de análise dos livros didáticos

Para analisar a qualidade de como estão propostos os conteúdos de FMC nos LD de Física, buscamos identificar o grau de presença das perspectivas de contextualização, retiramos trechos e imagens desses livros que fazem alusão as perspectivas de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica. Para a compilação desses trechos realizou-se minucioso trabalho de análise de conteúdo a partir dos pressupostos metodológicos proposto por Bardin (2011), que consiste em:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produções/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p.48).

A análise de conteúdo de Bardin (2011), tem por objetivo a descrição dos conteúdos presentes em mensagens através de procedimentos sistêmicos, além disso, fornece indicadores que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens.

De acordo com Bardin (2011), este tipo de análise prevê três etapas fundamentais: a pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. A pré-análise, tem por objetivo central a organização propriamente dita, é um contato inicial com o documento. Neste contato foi feita a leitura flutuante dos LD para obter as primeiras impressões sobre o que era descrito a respeito dos conteúdos de FMC e elaborar os indicadores e categorias para a interpretação final. As categorias ficaram organizadas em: (1) Apresentação da Introdução dos Capítulos e (2) Processos de contextualização. Essa organização facilitou na discussão dos dados.

Na exploração mais detalhada do material, os conteúdos de FMC foram analisados tendo como referência a ideia de indicadores de Fracalanza e Megid-Neto (2006). Os autores utilizaram valores numéricos 1, 2 e 3 para identificar o grau de presença das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos LD de Ciências (ensino fundamental), sendo respectivamente (pouca, medianamente ou bastante). Adaptamos a ideia utilizada por Fracalanza e Megid-Neto (2006) e escolhemos utilizar os termos: fraco (F), bom (B) e excelente (E).

Para identificar o grau de presença dos processos de contextualização, utilizamos o Quadro 3 (presente na seção seguinte) que nos orientou na análise. Em seguida, foi realizada a categorização do texto. A categorização trata-se de fazer recortes de unidades representativas, enumerá-las e classificá-las em categorias. Nesta pesquisa, a categorização consiste na descrição das informações contidas nos LD sobre a presença dos processos de contextualização. As unidades representativas desta pesquisa, são trechos e figuras extraídas dos LD.

A última fase da análise de conteúdo, consiste no tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação dos dados. Na inferência, busca-se fazer uma diferenciação dos conteúdos apresentados nos textos e discutidos nas categorias. Neste ponto da pesquisa, apresentamos interpretações sobre o tratamento dado pelos autores dos LD aos conteúdos de FMC. Na interpretação, utilizamos o Quadro 2 com o objetivo de sintetizar as ideias principais contidas nos livros, observando o grau de presença dos processos de contextualização. As informações contidas no quadro, permitem a compreensão sobre a temática da pesquisa. Além de facilitar o trabalho com a grande quantidade de dados obtidos durante a pesquisa.

No Quadro 2, apresentamos o modelo de síntese para ser preenchido no final da análise dos indicadores nas obras.

Quadro 2: Modelo de síntese para preencher com o grau de presença dos indicadores de AC

Livros analisados Indicadores	Livro didático 1	Livro didático 2	Livro didático 3
a			
b			
c			
d			
e			
f			
g			
h			
i			
j			
k			
l			
m			
n			

Fonte: Elaborado pela autora

4.4 Definição e discussão dos indicadores de Alfabetização Científica

Os critérios de análise dos conteúdos de FMC foram estabelecidos tendo como referência os critérios específicos de análise organizados pelo PNLD de 2018 para serem observados nos LD de Física do ensino médio. O PNLD tem como objetivo básico assegurar a distribuição gratuita dos LD nas escolas públicas da educação básica.

Para incluir os LD no PNLD é necessária uma avaliação que tem sido feita por equipes de avaliadores especialistas nas áreas específicas, a partir de critérios anteriormente definidos. Após a avaliação dos critérios estabelecidos, os livros selecionados pelo programa constituem o Guia dos Livros Didáticos, divulgado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional (FNDE) e distribuídos nas escolas públicas cadastradas no senso escolar realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

O Guia dos Livros Didáticos apresenta informações descritivas, com o objetivo de auxiliar os docentes na escolha da coleção que será adotada na escola em que atuam. Após a escolha dos docentes, inicia-se o processo de negociação entre os órgãos governamentais e as editoras para a compra e distribuição dos LD escolhidos na etapa final pelos docentes. Ressalta-se que a escolha do LD pelo docente da educação básica é apenas uma escolha secundária, visto que, os LD escolhidos pelos docentes já haviam sido previamente avaliados e selecionados pelos especialistas.

No processo de escolha dos LD da educação básica, Basso e Terrazan (2015) identificaram que há constantes questionamentos a respeito da forma que se realiza essa escolha, incluindo o pouco conhecimento do Guia dos Livros Didáticos pelo docente, sendo realizadas sempre na última hora. Dessa forma, não são feitas investigações mais fundamentadas dos livros, caracterizando uma escolha sem parâmetros e sem considerar a análise dos LD realizada pelo PNLD. Saber escolher um bom livro contribui na busca do sucesso do processo de ensino-aprendizagem e da prática docente. Nesse contexto, releva-se a necessidade de investigarmos os conteúdos de FMC presentes nos LD de Física do PNLD de 2018 escolhidos por três escolas públicas estaduais de São Luís-MA.

Na análise dos conteúdos de FMC nos orientamos inicialmente pela proposta do PNLD de 2018 (BRASIL, 2018), como dito anteriormente, em que apresenta critérios específicos para serem avaliados nas obras didática da componente curricular de Física. Os critérios de avaliação são:

1. Utiliza o vocabulário científico como recurso para a aprendizagem das teorias e explicações físicas, sem privilegiar a memorização de termos técnicos e definições, não se pautando, portanto, somente por questões de cópia mecânica ou memorização;
2. Introduce assunto ou tópico conceitual levando em consideração as concepções alternativas que estudantes típicos de educação básica costumam manifestar e que já estão sistematizadas na literatura nacional e estrangeira da área de pesquisa em ensino de Física, bem como as suas experiências socioculturais;
3. Propõe discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de posicionar-se criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual;
4. Apresenta exercícios e problemas de modo claro, de acordo com a função de cada tipo de questão/atividade. Os problemas devem ser apresentados mediante enunciados acompanhados da contextualização da situação-problema específica e devem ser abertos o suficiente para estimular/permitir estimativas e considerações por parte do professor e do estudante;
5. Utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estejam em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas;
6. Apresenta arranjos experimentais ou experimentos didáticos realizáveis em ambientes escolares típicos, previamente testados e com periculosidade controlada, ressaltando a necessidade de alerta acerca dos cuidados específicos para cada procedimento;

7. Traz uma visão de experimentação afinada com uma perspectiva investigativa, mediante a qual os jovens são levados a pensar a ciência como um campo de construção de conhecimento, no qual se articulam, permanentemente, teoria e observação, pensamento e linguagem. Nesse sentido, a obra deve, em todo o seu conteúdo, ser permeada pela apresentação contextualizada de situações-problema que fomentem a compreensão de fenômenos naturais, bem como a construção de argumentações;
8. Estimula o estudante para que ele desenvolva habilidades de comunicação oral e de comunicação científica, propiciando leitura e produção de textos diversificados, como artigos científicos, textos jornalísticos, gráficos, tabelas, mapas, cartazes, entre outros;
9. Utiliza analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada, garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade;
10. Utiliza ilustrações de forma adequada, tendo em vista sua real necessidade e sua referência explícita e complementar ao texto verbal;
11. Evita utilizar somente situações idealizadas, fazendo referências explícitas sobre as condições das situações trabalhadas, quando essas se fizerem necessárias; e evita, também, apresentar situações de realização impossível ou improvável, sinalizando claramente quando se utiliza de referências do gênero ficção científica;
12. Evita apresentar fórmulas matemáticas como resultados prontos e acabados, sem trazer deduções explícitas, quando são pertinentes e cabíveis, ainda que na forma de itens complementares ou suplementares ao texto principal;
13. Apresenta expressões matemáticas de leis sempre acompanhadas de seus enunciados próprios e em forma adequada, bem como da especificação de suas condições de produção ou criação;
14. Evita apresentar enunciados de leis, caracterização de teorias ou modelos explicativos desacompanhados de suas condições de utilização, bem como de seus limites de validade;
15. Trata, sempre de forma articulada, tópicos conceituais que são claramente inter-relacionados na estrutura conceitual da Ciência Física e introduz/apresenta cada tópico ou assunto mediante a necessária problematização;
16. Trata de forma adequada e pertinente, considerando os diversos estudos presentes na literatura atual da área, tópicos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea e que sejam considerados importantes ou mesmo imprescindíveis para o exercício da cidadania ativa, crítica e transformadora, bem como para a inserção ativa, crítica e transformadora no mundo do trabalho;
17. Apresenta os conteúdos conceituais da Física sempre acompanhados ou partindo de sua necessária contextualização, seja em relação aos seus contextos sócio-cultural-histórico-econômicos de produção, seja em relação a contextos cotidianos em que suas utilizações se façam pertinentes, evitando a utilização de contextualizações artificiais para esses conteúdos (BRASIL, 2018a, p. 19-20).

Após conhecermos os critérios de análise do PNL (BRASIL, 2018a), elaboramos o Quadro 3 com os indicadores de AC para identificar o grau de presença dos processos de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica.

Quadro 3: Descrição dos indicadores de análise de Alfabetização Científica.

Indicador	Relação	Descrição do indicador
Ind. a	Categoria 1 - Apresentação da Introdução	Situa os conteúdos de Física Moderna dentro de um contexto geral, fazendo uma integração entre as várias áreas da Ciência
Ind. b	Categoria 1 - Apresentação da Introdução	Promove discussão ou reflexão sobre os conteúdos
Ind. c	Categoria 1 - Apresentação da Introdução	Apresentam o tema de forma clara
Ind. d	Categoria 2 - Cotidiano	Relaciona o conteúdo científico com o cotidiano do aluno, de modo que o último possa perceber as aplicações científicas no seu dia a dia
Ind. e	Categoria 2 - Cotidiano	Apresenta exemplos, fatos e aparelhos tecnológicos próximos da realidade do aluno concatenando com o conteúdo
Ind. f	Categoria 2 - Cotidiano	Apresenta uma abordagem mais crítica da realidade do aluno
Ind. g	Categoria 2 - Ilustração/Exemplificação	Apresenta figuras representativas que servem para ilustrar a aplicação dos conceitos ensinados
Ind. h	Categoria 2 - Ilustração/Exemplificação	As figuras estão em conformidade com o texto e favorece a sua compreensão
Ind. i	Categoria 2 - Ilustração/Exemplificação	As figuras possui identificação referente a legenda, título e texto explicativo do assunto tratado
Ind. j	Categoria 2 - histórica/sócio cultural	O texto leva o aluno a compreender que a Ciência é fruto de um longo processo histórico e social
Ind. k	Categoria 2 - histórica/sócio cultural	Apresenta o processo histórico envolvido na construção do conhecimento científico, bem como os fatores sociais, culturais e políticos de determinada época
Ind. l	Categoria 2 - Crítica	Articula temas sociais e situações problemas que permitem discussões envolvendo conceitos científicos e tecnológicos aplicados a questões ambientais, políticas, econômicas e éticas
Ind. m	Categoria 2 - Crítica	Elabora uma representação crítica do mundo para o aluno melhor compreendê-lo
Ind. n	Categoria 2 - Crítica	Possibilita processos de problematização e discussão de temas que envolvem CTS

Fonte: Elaborado pela autora

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente Capítulo inicia com a descrição dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) presentes nos Livros Didáticos (LD) de Física do ensino médio de três escolas da rede pública estadual de São Luís- MA. Em seguida, apresentamos a análise do corpo teórico destes conteúdos frente as perspectivas de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica.

Para alcançar os objetivos da Alfabetização Científica (AC) o professor dispõe de diversos recursos didáticos, mas tradicionalmente apoia-se no LD, recurso que possui grande relevância para o contexto educacional. O livro tem se constituído em um poderoso mecanismo de seleção e organização dos conteúdos e métodos de ensino, por isso, o Ministério da Educação (MEC) criou várias comissões para avaliar os LD buscando melhorar a sua qualidade. O processo de avaliação tem sido lento e muitas vezes confronta os interesses editoriais que não corresponde as novas orientações pedagógicas. Este fato e a limitada preparação dos professores para participar do processo de seleção do LD vem interferindo na qualidade e no processo de ensino-aprendizagem (NÚÑEZ; RAMALHO; SLVA; CAMPOS, 2003).

A Reforma Curricular exige que os livros correspondam as exigências de uma Educação do século XXI em que o conhecimento, os valores, a capacidade de aprender e resolver problemas, como a Alfabetização Científica e Tecnológica, sejam elementos essenciais para o processo de aprendizagem dos alunos. Dessa forma, o livro não pode continuar como fonte de conhecimentos (por vezes equivocados e absolutos) a serem transmitidos pelo professor e memorizado pelo aluno. É necessário que pesquisas sejam realizadas a fim de apontar onde os autores desses livros podem melhorar sua qualidade da abordagem dos conteúdos de Física. É nessa perspectiva que analisamos os conteúdos de FMC.

5.1 Descrição dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea presentes nos livros didáticos

Os LD analisados estão organizados em unidades e capítulos. Cada livro se diferencia em sua organização, possuindo quantidade de unidades e capítulos diferentes. Esta pesquisa se restringe apenas a uma unidade de cada coleção, correspondente aos conteúdos de FMC. Esta seção refere-se apenas à descrição dos conteúdos de FMC presentes no sumário dos três livros

analisados. Apresentamos no Quadro 4 a organização destes conteúdos em cada coleção de livros, sendo L1, L2 e L3 referentes aos livro 1, livro 2 e livro 3, respectivamente.

Quadro 4: Organização dos conteúdos da Física Moderna nos livros didáticos

L1	TORRES et al, 2016	Unidade II
Capítulos		
Capítulo 5. Relatividade Especial		
1. A Física antes de 1900 2. Relatividade de Einstein 3. Adição de velocidades 4. Energia relativística 5. Noções de relatividade geral		
Capítulo 6. Física Quântica		
1. O surgimento da Física Quântica 2. Radiação Térmica 3. Efeito fotoelétrico 4. Modelo atômico de Bohr 5. Dualidade onda-partícula 6. Princípio da incerteza 7. Nanotecnologia		
Capítulo 7. Física Nuclear		
1. Introdução 2. Núcleo atômico 3. Radioatividade 4. Lei do decaimento radioativo 5. Fissão nuclear e fusão nuclear 6. Rejeito radioativo 7. Acidentes nucleares 8. Um pouco de evolução estelar 9. Forças fundamentais da natureza 10. Partículas fundamentais da matéria-antimatéria 11. Um pouco de Cosmologia		
Capítulo 8. Tecnologia das comunicações		
1. Introdução 2. Telégrafo 3. Telefone 4. Radio 5. Televisão 6. Computador 7. Telefonia móvel celular		
L2.	YAMAMOTO; FUKU, 2016	Unidade 4
Capítulos		
Capítulo 17. Teorias da Relatividade		
1. Referenciais e simultaneidade 2. Transformações e invariantes 3. A ideia de tempo 4. Postulados da Teoria da Relatividade Especial 5. A massa relativística 6. A energia relativística 7. A relatividade geral		
Capítulo 18. Teoria Quântica		
1. A radiação do corpo negro 2. O efeito fotoelétrico 3. A dualidade da luz e da matéria 4. O Princípio da complementaridade 5. O modelo atômico de Bohr 6. O Princípio da incerteza de Heisenberg		
Capítulo 19. Física Nuclear		
1. O átomo, até a década de 1950 2. A radioatividade e os processos nucleares 3. As partículas do Modelo Padrão Meia-Vida 4. A datação por isótopos 5. Radiações ionizantes		
L3.	GASPAR, 2017	Unidade 4
Capítulos		
Capítulo 12. Relatividade		
1. Introdução 2. A relatividade e o movimento ondulatório 3. O enigma do éter 4. Os postulados da teoria da relatividade restrita 5. A impossibilidade da simultaneidade 6. A dilatação do tempo 7. A contração dos comprimentos 8. Energia relativística 9. Teoria da relatividade geral 10. Conclusão		
Capítulo 13. Origens da Física Quântica		
1. Descargas em tubos com gases rarefeitos e espectroscopia 2. Raios catódicos, raios beta e elétron 3. Radiação térmica 4. As hipóteses de Wien e Rayleigh- Jeans 5. O quantum de ação 6. Os raios X e a radioatividade 7. O átomo de Rutherford 8. O espectro do átomo de hidrogênio 9. O átomo de Bohr		
Capítulo 14. A nova Física		
1. O spin do elétron 2. Pauli e o princípio da exclusão 3. As ondas de matéria 4. A mecânica ondulatória 5. O princípio da incerteza 6. O neutrino e a conservação da energia 7. Um novo tipo de partícula 8. A Física de partículas 9. Conclusão		

Fonte: Elaborado pela autora

Ao observar o Quadro 4 constatamos que todos os livros apresentam conteúdos de FMC. A forma que os autores os organizam em suas obras esse conhecimento é diferenciada, sendo possível observar que há diferença entre o aprofundamento dado em cada obra.

O Quadro4 nos mostra que todos os livros abordam assuntos relacionados a dois temas

centrais: a Teoria da Relatividade e a Física Quântica. Talvez isso se explique na notoriedade dos impactos que esses conhecimentos vêm produzindo na sociedade. Entretanto, os livros se distinguem no que se refere à intensidade com que abordam esses conteúdos. Podemos notar também, as peculiaridades de cada livro no que se refere a quantidade de conteúdos destinados a explicar os mais avançados conhecimentos advindos das Ciências.

- **Livro 1**

Dentre as peculiaridades dos LD, constatamos que o L1 apresenta uma introdução a nanotecnologia, temática até pouco tempo inexplorada na educação básica, mas sua aplicação está presente em vários setores do mercado como, em tecidos, cosméticos, remédios, microprocessadores, aparelhos eletrônicos e alguns produtos que nós nem temos a ideia que se trata de um produto com desenvolvimento nanotecnológico. Seu campo de atuação é vasto e apresenta características inovadoras.

De maneira resumida, a nanotecnologia estuda a manipulação da matéria numa escala atômica e molecular, é a Ciência e a Tecnologia que foca nas propriedades especiais dos materiais de tamanho nanométrico. É um campo de estudo multidisciplinar relevante em nossa sociedade, por isso o seu estudo no ensino médio é necessário para que o aluno compreenda que a Ciência é um produto humano que pode contribuir para melhor compreensão das tecnologias atuais presentes em nosso cotidiano, preparando-os para fazer escolhas na vida privada e no contexto social.

Diferente dos outros livros, o L1 apresenta em sua lista de conteúdos um capítulo destinado à tecnologia das comunicações, apresentando sua evolução, desde a eletricidade passando pelas grandes invenções como telégrafo, telefone, rádio, televisão, computador, telefonia móvel e internet. Este capítulo trata-se de um assunto de interesse para o desenvolvimento de pesquisas, principalmente sobre os efeitos da nova mídia.

A evolução tecnológica promove mudanças e reflexos em vários setores da sociedade como na Economia, Cultura e Educação. As telecomunicações estão se consolidando rapidamente e ao mesmo tempo, as pessoas usufruem das inovações tecnológicas. Por isso, é fundamental que o aluno conheça a história do avanço da comunicação, visto que, vivemos em um mundo globalizante e as telecomunicações a cada dia interfere mais na vida familiar da sociedade. Sobre a construção histórica da Física, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002) ratifica que:

A Física deve apresentar-se, portanto como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão que envolve, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado (BRASIL, 2002, p. 59).

A tecnologia das comunicações passaram por um processo de evolução que acabaram se tornando fundamental para toda sociedade, sendo o resultado da fusão de três vertentes técnicas: a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas. Dentre as competências da Física sobre a tecnologia das comunicações explicitado nos PCNs+ (BRASIL, 2002) e na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), é fundamental que o aluno reconheça o papel da tecnologia na sociedade e domine o universo digital, sendo capaz de fazer uso qualificado e ético das diversas ferramentas existentes e compreender os impactos das tecnologias na vida das pessoas e da sociedade.

• Livro 2

Na organização da lista de conteúdos, o L2 apresenta uma divisão de capítulos e corpo teórico semelhante ao L1. Entretanto, não apresenta a nanotecnologia e não aborda a tecnologia das comunicações. Deixamos evidente anteriormente a relevância destes tópicos para o processo ensino-aprendizagem e para a formação científica crítica do aluno.

• Livro 3

Através do Quadro 4, notamos que o L3 não apresenta no capítulo referente aos conteúdos da Física Quântica, o efeito fotoelétrico. Vale ressaltar que o efeito fotoelétrico é um conteúdo importante para ser estudado no ensino médio, uma vez que os objetos que se fundamentam nesse efeito estão presentes no dia a dia do aluno, sendo primordial compreender a Física por trás das inúmeras tecnologias presentes na sociedade. O efeito fotoelétrico ocorre quando uma placa geralmente metálica é submetida a uma radiação eletromagnética (luz) de frequência alta e elétrons da placa metálica são arrancados. As ondas eletromagnéticas envolvidas com esse fenômeno transferem energia aos elétrons. Este efeito, inicialmente foi descoberto e estudado no final do século XIX por Heinrich Hertz (1857-1894).

No início do século XX, Albert Einstein estudou mais a fundo este efeito, contribuindo para a sua modernização e, com isso, ganhou o Prêmio Nobel em 1922. Uma observação importante é que a descoberta desse efeito foi primordial para compreender melhor a natureza da luz. Sua aplicação pode ser observada em diversos objetos presentes em nosso cotidiano, tais como: as televisões (de LCD e plasma), os painéis solares, as iluminações urbanas, os sistemas de alarmes, as portas automáticas, aparelhos de controle remoto, entre outros.

O Quadro 4 nos mostra também, a ausência da temática Física Nuclear. A referida temática é uma das ramificações da Física que vem recebendo grande interesse no contexto atual. Os fatos históricos do século XIX e XX trouxeram grandes impactos na vida do ser humano, com a descoberta da radiação proveniente do núcleo atômico e de novos elementos radioativos, as aplicabilidades dos estudos da Física Nuclear como na indústria, medicina, agricultura e na produção de energia. Em relação aos impactos nucleares chamam-se atenção os ocorridos em Chernobyl (1986) e, em Goiânia (1987), com o acidente do Césio-137 e a produção de armamentos mais destrutivos como as bombas nucleares.

Dentre os impactos citados, a negligência que ocorreu em Goiânia em 1987 chama atenção pois, a curiosidade e o desconhecimento de catadores de lixo expôs centenas de pessoas à radiação emitida por uma cápsula que continha Césio-137 encontrada numa máquina de radioterapia de um instituto médico desativado. Este fato, mostra a importância de discutir o tema Física Nuclear no ensino médio.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000a) indicam a inserção de conhecimentos relacionados à Física Nuclear, visando oferecer recursos para que o indivíduo, em quanto cidadão atuante, possa criar uma postura crítica em que compreenda melhor o mundo e, assim possa fazer parte da sociedade que está inserido. A BNCC (BRASIL, 2018) reporta a inserção dessa temática no ensino médio, mas em anos anteriores pesquisadores brasileiros como Ostermann e Moreira (2000a), Machado e Nardi (2007), já ressaltavam a importância desses conteúdos para o ensino médio.

Ainda considerando o Quadro 4, o L3 em sua organização diferencia-se dos demais livros por dividir a temática Física Quântica em dois capítulos e por não abordar os conteúdos considerados fundamentais da FMC, tais como: nanotecnologia, efeito fotoelétrico, física nuclear e construção histórica das telecomunicações. Visto isso, ressaltamos que a ausência desses conteúdos não infere absolutamente sobre sua qualidade, mas evidenciamos a importância desses conteúdos para o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica.

5.2 A Física Moderna e Contemporânea nos Livros Didáticos

Nesta seção, apresentamos a análise do corpo teórico dos conteúdos de FMC. Os livros foram analisados frente aos processos de contextualização histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica. Para organizar as informações da análise, criamos duas categorias: (1) Apresentação da Introdução dos Capítulos; (2) Processos de Contextualização, para melhor discutir as unidades representativas.

Categoria 1: Apresentação da Introdução dos Capítulos

Nesta categoria, descrevemos a introdução dos capítulos destinados aos conteúdos de FMC, destacando como os autores das obras didáticas apresentam os capítulos para o aluno.

Categoria 2: Processos de Contextualização

Nesta categoria, analisamos quatro perspectivas de contextualização sendo: histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica. A contextualização histórica/sócio cultural visa construir e compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado de uma construção humana inseridos em um processo histórico, filosófico e social. A contextualização por ilustração/exemplificação possui como característica básica a apresentação de exemplos ou ilustração de aplicação do conteúdo em aparatos tecnológicos ou fatos históricos, sociais e econômicos. A contextualização por cotidiano relaciona o conteúdo científico a ser ensinado com o cotidiano do aluno, de modo que o último possa perceber as aplicações científicas no seu dia a dia, atentando-se aos aspectos mais crítico da realidade. A contextualização crítica visa possibilitar processos de problematização e discussão de temas sociais relevantes que envolvem aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Suscita questionamentos e busca de soluções para os problemas sociais. Essa perspectiva de contextualização visa à formação de um cidadão ativo na sociedade em que vive.

5.2.1 Livro 1

Categoria 1: Apresentação da Introdução dos Capítulos

- **Relatividade Especial**

Os autores iniciam o capítulo retratando que ao final do século XIX, os cientistas ingenuamente acreditavam que já sabiam tudo sobre a Física. Essa afirmativa pode ser vista no trecho a seguir, quando os autores explicitam que:

Nos duzentos anos que se seguiram, muitas teorias e descobertas experimentais foram surgindo e forneceram a base para a Ciência como a conhecemos hoje. Teorias sobre fenômenos térmicos, elétricos, magnéticos e luminosos foram desenvolvidas por aguçadas mentes, como Sadi Carnot, Rudolf Clausius, Gustav R. Kirchhoff, Ludwig Boltzmann, André-Marie Ampère, Michael Faraday, James C. Maxwell, Hendrik A Lorentz, Henri Poincaré, entre outros. **No final do século XIX, acreditava-se, ingenuamente, que a Física estaria completa, isto é, nada mais havia para se desconstruir, senão apenas aprimorar os dados já obtidos.** Na palavra do físico Albert Abraham Michelson (1852-1931): “Os grandes princípios já estão firmemente estabelecidos,[...] as futuras verdades da Física terão de ser procuradas na sexta casa decimal” (TORRES et al, 2016, p. 187 [grifo nosso]).

Isso nos leva a refletir que os conhecimentos sobre a Física na época eram tidos como verdade absoluta, mas os autores deixam claro que essa verdade ao longo da história vai sendo desconstruída.

Na introdução, os autores abordam a história da Física antes de 1900, descrevendo que as primeiras tentativas de explicar a lógica dos fenômenos observados na natureza, começaram na Grécia Antiga. Na virada para o século XX, duas teorias abalaram a estrutura da Física revolucionando o pensamento científico da época, essa revolução denominada pelos autores como Física Clássica, como pode ser observado no trecho:

[...] na virada para o século XX, duas teorias abalaram os alicerces da Física, que hoje denominamos Física Clássica, provocando uma revolução no pensamento científico da época. A primeira, em 1900, foi a teoria quântica da radiação, de Max Planck; e a outra, em 1905, foi a teoria especial da relatividade, de Albert Einstein [...] (TORRES et al, 2016, p. 186).

Entretanto, a Física Clássica está associada a Física Newtoniana, ou seja, a Física desenvolvida na virada para século XX, geralmente é referida como a Física Moderna, referindo-se aos conceitos básicos da teoria quântica, com a radiação de Max Planck, e a teoria especial da relatividade de Albert Einstein.

As duas teorias por muito tempo causaram incredulidade no mundo científico e perplexidade no senso comum. Um fato que se destaca, refere-se a abordagem histórica descrita na introdução deste capítulo, descrevendo em cada parágrafo uma teoria Física dominante de cada época, até a divulgação da origem da relatividade restrita de Albert Einstein.

• Física Quântica

No capítulo referente a Física Quântica, os autores apresentam a imagem de uma formiga segurando um micro *chip* desenvolvido graças às aplicações da Física Quântica. O capítulo começa com o subtópico “Admiráveis mundos novos”, fazendo referência a teoria de Max

Planck, conhecida como Teoria dos *Quanta* em que explica, que na natureza a energia é emitida ou absorvida em quantidades discretas denominadas de *quanta*. Os avanços tecnológicos provenientes dos últimos 115 anos que mudaram a vida e o costume da humanidade no século XX, foram grande parte resultado das aplicações dos conceitos da Física Quântica (TORRES et al, 2016, p. 205).

Outro fato ressaltado, diz respeito ao desenvolvimento da nanotecnologia, campo de estudo que vem revolucionando a tecnologia do século XXI. A abordagem e a organização da sequência de acontecimentos que ocorreram no fim do século XIX e início do XX, revolucionou a Física. Além disso, é um indicador importante para processo de aprendizagem dos alunos, pois fornece condições também de compreender a realidade na qual estão inseridos.

Os autores apresentam um estudo introdutório sobre a Física Quântica, dividindo a sequência de conteúdos em duas partes, a primeira apresenta a velha teoria Quântica, chamada Física Moderna, ou seja, a radiação térmica e a teoria Quântica de Planck, o efeito fotoelétrico, o modelo atômico de Bohr, o átomo de hidrogênio e o princípio da dualidade onda-partícula. A segunda parte, denominada pelos autores como nova teoria Quântica, onde aborda o princípio da incerteza de Heisenberg e a interpretação probabilística da Mecânica Quântica, nessa parte discutem os conhecimentos sobre os dispositivos semicondutores como os diodos, os LEDs e os transistores, além das aplicações da nanotecnologia. A sequência de conteúdos organizada pelos autores, permite que os alunos adquiram uma compreensão abrangente dos conhecimentos físicos necessários para o entendimento das tecnologias mais recentes.

- **Física Nuclear**

No início do capítulo, os autores apresentam uma imagem da explosão de uma bomba de hidrogênio, testada pelos Estados Unidos no atol de Bequíni. Após esta imagem questionam, “massa ou energia? eis a questão” (TORRES et al, 2016, p. 231). Para explicar, relembram conceitos importantes da relatividade especial em que pequenas quantidades de matéria pode ser convertida em quantidade enorme de energia, ou seja, massa é uma forma de energia concentrada.

Os autores relatam que esse fenômeno é difícil de ser observado no cotidiano, pois ocorre constantemente nos núcleos das estrelas, como no sol (no processo de fusão nuclear) e, em menor escala, nos reatores de usinas nucleares, que geram energia por meio de bombardeamento de núcleos atômicos (processo de fissão nuclear). Ao longo do texto, discorrem sobre a estrutura do núcleo atômico, os processos para extrair energia do seu interior e as precauções para o uso seguro e pacífico de energia nuclear.

Relembrem conceitos estudados em capítulos anteriores, tais como, a relatividade especial e a Física Quântica, para explicarem alguns fenômenos abordados ao longo do capítulo. A organização e a sequência dos conteúdos são abordados de forma clara, proporcionando ao aluno uma interação com os conteúdos, apresentam aplicações tecnológicas que se fundamentam nos conceitos da Física Nuclear e integram a outras áreas da Ciência. As ilustrações apresentadas em cada tópico contribuem para o processo de aprendizagem do aluno, assim como, as biografias dos cientistas com suas contribuições em cada tópico.

- **Tecnologia das Comunicações**

O capítulo inicia com a imagem de um grupo de amigos em uma lanchonete, intitulada como “comunicação globalizante” (TORRES et al, 2016, p 258). A cena apresentada é a interação entre as pessoas e seus respectivos aparelhos celulares. Os autores questionam se a cena da imagem parece familiar, pois atualmente é difícil encontrar alguém que não tenha um celular na mão. Essa abordagem inicial apresentada ao aluno, proporciona um momento de reflexão, visto que, as telecomunicações estão dominando a vida da sociedade, diminuindo a interação entre as pessoas.

Para explicitar sobre o desenvolvimento da tecnologia das comunicações, os autores apresentam um contexto histórico, desde a antiguidade até os dias atuais. A necessidade dos seres humanos se comunicar e superar a distância sempre existiu, essa foi a motivação para o desenvolvimento das tecnologias, que teve grande contribuição da eletricidade.

Ao longo do texto, os autores apresentam imagens referentes a tecnologia dominante de cada época, essa abordagem aproxima o aluno da história da comunicação. O texto apresenta a história do telégrafo, do telégrafo sem fio, do telefone, do rádio, da televisão, do computador e da telefonia móvel. O texto proporciona ao aluno uma leitura reflexiva, principalmente sobre o impacto da tecnologia das comunicações sobre a vida da sociedade.

Categoria 2: Processos de Contextualização

- **Relatividade Especial**

Na leitura minuciosa deste capítulo, foi possível identificar, das quatro perspectivas de contextualização, apenas duas: por cotidiano e ilustração/exemplificação. No processo de contextualização por ilustração/exemplificação, retiramos do texto a Figura 2. Os autores utilizaram essa figura para explicar o conteúdo dilatação do tempo.

A utilização de figuras representativas servem para ilustrar a aplicação dos conceitos ensinados. Através da imagem, os autores explicam que a dilatação do tempo é compreendida como a passagem menor do tempo (o tempo passa mais devagar) para um observador em movimento quando comparada à passagem de tempo para um observador em repouso, ambos em relação a um evento em comum, ou seja, o intervalo de tempo não é absoluto, mas relativo ao referencial em que é medido. A ilustração mantém relação com o texto e a legenda está em conformidade com a explicação do conteúdo.

Figura 2: Ilustração apresentada no livro texto referenciando a dilatação do tempo

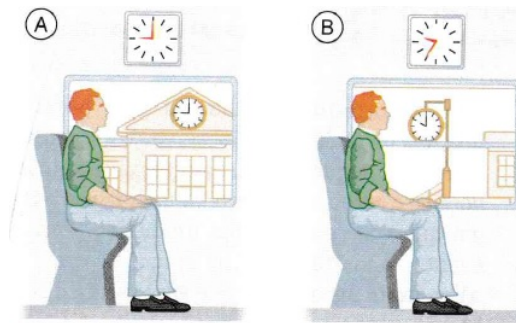


Figura 5.5 Em velocidades próximas à da luz, o movimento afeta a medida do tempo. Em (A), o trem parte da estação às 9 h (o relógio da estação e o do trem estão sincronizados). Em (B), ao chegar a outra estação, o relógio da estação marca 10 h (tempo dilatado) e o do trem 9 h 35 min (tempo próprio).

Fonte: TORRES et al (2016, p. 190)

O processo de contextualização por cotidiano é ilustrado pela Figura 3. Essa figura representa a aplicação do fenômeno conhecido como desvio Doppler para o vermelho. Em síntese, o desvio Doppler para o vermelho é um fenômeno ótico ocasionado por uma alteração na forma como a frequência das ondas de luz é observada no espectroscópio em função da velocidade relativa entre a fonte emissora e o receptor (o observador). Dessa forma, um objeto de cor conhecida e que se afasta em alta velocidade tem a sua cor deslocada em direção ao vermelho e a medida deste desvio pode ser usada para determinar sua velocidade. Da mesma forma ocorre quando o objeto se aproxima sua cor é desviada em direção ao azul, ou seja, tem a sua frequência aumentada (BATISTA, 2019). Essa explicação foi argumentada pelo motorista ao explicar para o guarda de trânsito o motivo pelo qual ultrapassou o sinal vermelho.

A situação apresentada na Figura 3 considera duas questões para serem discutidas, a primeira é que a situação apresentada é improvável de acontecer, visto que um carro não viaja na velocidade da luz. A segunda, como contextualizar ou exemplificar o conteúdo de forma que faça sentido ao aluno. Compreendemos que a ideia dos autores foi apresentar uma situação

corriqueira ligada ao dia a dia do aluno em que possa ser aplicada a equação do efeito Doppler relativístico. No entanto, encontram-se apenas elementos presentes do dia a dia do aluno.

Figura 3: Contextualização por cotidiano do conteúdo efeito doppler relativístico

Vejam uma situação em que a relatividade está presente em nosso dia a dia.

Um guarda de trânsito está autuando um motorista por passar um cruzamento quando o semáforo ainda estava vermelho. Conhecedor da Física Relativística, o motorista tenta argumentar que, devido à sua velocidade de aproximação e ao efeito Doppler, o farol estava verde quando passou o cruzamento. Qual deveria ser a velocidade do motorista nesse momento para que isso pudesse ocorrer?

Resolução:
Consideremos $c = 3 \cdot 10^8$ m/s e apliquemos a equação do efeito Doppler.
Os comprimentos de onda da luz vermelha e da luz verde são, respectivamente, $\lambda_0 = 650$ nm e $\lambda' = 525$ nm (nm = nanômetro = 10^{-9} m). Pela equação do comprimento de onda, temos:

$$525 = 650 \cdot \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{525}{650} = \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{525}{650}\right)^2 = \frac{c-v}{c+v}$$

Assim:

$$v = 0,21 \cdot c \quad \therefore \quad v = 0,21 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 0,63 \cdot 10^8 \text{ m/s} \Rightarrow v = 227.000.000 \text{ km/h}$$

Será que o guarda aceitará esse argumento?

Fonte: TORRES et al (2016, p. 196)

• Física Quântica

Neste capítulo, identificamos duas perspectivas de contextualização: histórica/sócio cultural e ilustração/exemplificação. No processo de contextualização por ilustração/exemplificação, recortamos a Figura 4 que ilustra a aplicação do conteúdo radiação térmica. A ilustração e a legenda da figura está em conformidade com as informações sobre a aplicação dos conceitos do conteúdo e apresenta dois exemplos de situações reais em que o aluno pode ter contato.

O primeiro exemplo é o metal incandescente que tem como explicação o aumento gradativo da temperatura, ou seja, o corpo emite luz de início de cor avermelhada, passando para amarela, verde, azul, até chegar à branca. O segundo exemplo, corresponde ao estudo da radiação eletromagnética que estuda a emissão de radiação por aquecimento, no caso exemplificado, o forno a lenha que emite radiação em todas as frequências do espectro.

Figura 4: Exemplificação da aplicação do estudo da radiação térmica



• **Figura 6.1** Metal incandescente. Predominância da emissão de infravermelho e luz visível. Taiwan, China, 2007.

(a) metal incandescente



• **Figura 6.2** Um forno a lenha é uma cavidade que emite radiação eletromagnética em todas as frequências do espectro, mas em razão da sua temperatura as radiações da faixa visível são emitidas com maior intensidade.

(b) forno a lenha

Fonte: TORRES et al (2016, p. 207)

Outra perspectiva de contextualização por ilustração/exemplificação, encontra-se no conteúdo nanotecnologia. Os autores apresentam informações sobre os campos de atuação da nanotecnologia, citando as características dos nanomateriais (nanofibras) com sua aplicação na indústria. O trecho seguinte exemplifica essa afirmação.

Os nanomateriais (nanofibras) apresentam características inovadoras e surpreendentes, tais como:

- muita elasticidade e elevada capacidade de absorção de choque;
- muito mais resistentes que o *kevlar*, usado nos coletes de proteção militares;
- cerca de 20 vezes mais rígidos que o aço;
- maior reatividade;
- melhor desempenho nas propriedades ópticas, magnéticas, térmicas, mecânicas, químicas e elétricas;

Algumas aplicações das nanofibras já estão em uso ou em estágios avançados de pesquisa:

- filtragem de ar: fibras com dimensões inferiores a um micrometro podem reter pequenas partículas, como bactérias nocivas à saúde ou moléculas de compostos poluidores;
- filtragem de água na indústria de tintas;
- aplicações biomédicas, como próteses, tecidos sintéticos, bandagens curativas e cosméticos;
- indústria de semicondutores: nanotransistores e *nanochips*;
- tecnologias para veículos espaciais (TORRES et al, 2016, p.229).

Em paralelo a apresentação das características dos nanomateriais (nanofibras), os autores exemplificam a aplicação deste conteúdo por meio da Figura 5 e Figura 6. A Figura 5 ilustra as potenciais aplicações da Nanorrobótica em Medicina, ilustrando um nanorrobô administrando medicamentos no interior de células cancerígenas. A Figura 6 corresponde a outra aplicação da nanotecnologia, ilustrando uma nanobíblia sobre o dedo indicador. As figuras estão distribuídas no texto de forma organizada e próximas ao texto de referência.

Compreendemos que as ilustrações apresentadas pelos autores tem a intenção de apontar para o estudante que o conteúdo físico estudado possui uma aplicação imediata, mas isso não é suficiente para uma formação mais crítica, visto que, os fatores de discussão e de impactos envolvidos nos processos científicos são deixados de lado, limitando-os apenas às aplicações técnicas e formais. Nesse sentido, alguns autores como Ricardo (2005), diz que esse tipo de contextualização pode ser apenas figurativo “[...] ou seja, mascara práticas educacionais antigas com rápidas ilustrações que pretendem justificar o ensino de determinados conteúdos” (RICARDO, 2005, p. 123).

Figura 5: Aplicação do estudo da nanotecnologia em Medicina



(a) nanorrobô injetando drogas em células cancerígenas

Figura 6.27 Conceção artística de um nanorrobô utilizado para injetar drogas quimioterápicas, abrigadas em seu interior, diretamente em células tumorais (em vermelho) por meio de agulhas.

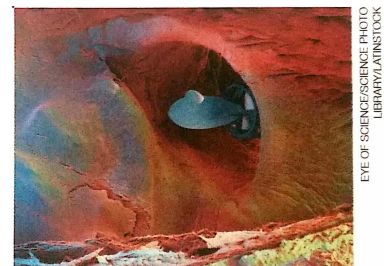


Figura 6.28 Conceção artística de um nanorrobô, na forma de um microsubmarino, utilizado para se deslocar para locais em que ocorrem obstruções ou danos nos vasos sanguíneos para repará-los internamente, restaurando assim o fluxo sanguíneo normal.

(b) nanorrobô na forma de um microsubmarino

Fonte: TORRES et al (2016, p. 229)

Figura 6: Nanóbíblia

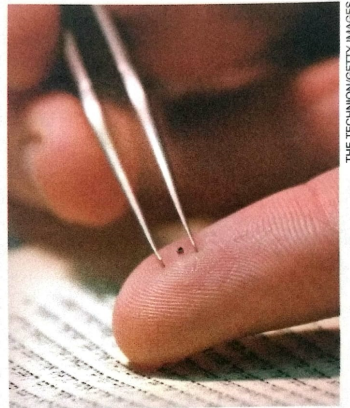


Figura 6.26 "Nanóbíblia" sobre o dedo indicador. Cerca de 1,25 milhão de caracteres inscritos em uma área do tamanho de um grão de açúcar.

Fonte: TORRES et al (2016, p. 229)

No que tange a perspectiva de contextualização por ilustração/exemplificação, verificamos que os autores citam exemplos de aplicações do conteúdo efeito fotoelétrico e do átomo de hidrogênio, exemplificado nos trechos:

As primeiras evidências do efeito fotoelétrico foram obtidas por Heinrich Hertz (1857-1894) em 1887. **Atualmente, as células fotoelétricas ou fotocélulas são muito usadas em diversos dispositivos eletrônicos, como fotômetros, controles remotos, circuitos de segurança etc** (TORRES et al, 2016, p. 209) [grifo nosso].

Tomemos um tubo de vidro preenchido com algum gás, como hidrogênio. Se nas extremidades do tubo colocamos eletrodos metálicos e aplicamos uma tensão elétrica suficiente para gerar uma corrente elétrica através do gás,

observamos a emissão de luz, cuja cor é característica do gás usado. Esse é o processo de funcionamento dos luminosos de propaganda (néons) e lâmpadas ainda utilizadas em iluminação pública no Brasil (lâmpadas vapor de mercúrio e vapor de sódio)[grifo nosso] (TORRES et al, 2016, p. 216).

Entendemos que o método utilizado pelos autores para contextualizar o conteúdo efeito fotoelétrico e do átomo de hidrogênio é de racionalidade técnica, apenas incorpora o discurso da contextualização, no sentido de justificar o que está sendo ensinado. A intenção dessa abordagem é que o aluno reconheça a Física no seu dia a dia. A ênfase dada pelos autores neste conteúdo é na informação, não no desenvolvimento de competências, valores e atitudes.

Em sequência ao trecho anterior, os autores iniciam um processo de contextualização histórica/sócio cultural do conteúdo efeito fotoelétrico, ao considerar que:

A explicação completa para o efeito fotoelétrico foi dada por Albert Einstein (1879-1955), em 1905, mesmo ano da publicação da teoria especial da relatividade. Como parte de uma publicação sobre radiação eletromagnética que lhe valeu o Prêmio Nobel em 1921, Einstein estendeu o conceito da quantização da energia, de Planck, para as ondas eletromagnéticas em geral. Admitiu que a luz e as demais radiações eletromagnéticas deveriam ser consideradas um feixe de pacotes de energia, cada um transportando uma quantidade de energia igual a $h \cdot f$. Como vimos no início deste capítulo, esses pacotes de energia são os fótons de Gilbert Lewis (TORRES et al, 2016, p. 211).

Ao observar o trecho anterior, observamos que os autores citam cientistas que também contribuíram para a formulação da explicação do efeito fotoelétrico dada por Albert Einstein. A perspectiva de contextualização histórica/sócio cultural permite que o aluno adquira o conhecimento referente ao processo histórico envolvido na construção das teorias científicas. Essa perspectiva de contextualização é notada no trecho citado.

Outro processo de contextualização histórica/sócio cultural identificado no texto, apresenta características essenciais para que o aluno compreenda o processo histórico da Ciência e conheça os indivíduos envolvidos na construção do conhecimento científico. O trecho extraído diz que:

Quando Planck formulou sua teoria, ele próprio e muitos cientistas da época não consideravam os *quanta* entidades reais. Cientista conservador, firmemente ligado às ideias da Física Clássica, ele pensava que sua hipótese fosse apenas um “artifício matemático” para resolver a questão à qual se dedicava desde 1890, assim como boa parte dos físicos da época. Em carta a um amigo (VIEIRA, C. L. e VIDEIRA, A. P., Folha de S. Paulo, Folha Mais, 17 dez, 2000), em 1931, Planck confessou que tomou esse caminho “numa atitude desesperada [...] pois sou contra aventuras duvidosas”. Mas “o problema tinha de ser resolvido a qualquer preço. Eu estava pronto para sacrificar minhas mais profundas convicções físicas! Eu tinha de chegar a algum resultado positivo”.

Entretanto, desenvolvimentos subsequentes mostraram que a teoria dos *quanta* explicava muitos outros fenômenos em nível atômico, nos quais as teorias clássicas falhavam (TORRES et al, 2016, p. 208).

O trecho relata o caminho percorrido por Planck para formulação da sua teoria. Compreender os erros que estiveram presentes em determinado contexto científico, as dúvidas dos cientistas, os impactos do desenvolvimento científico na sociedade e na cultura da época é um passo para o início da conscientização do aluno e do desenvolvimento do seu lado questionador e crítico.

• Física Nuclear

Neste capítulo foi possível identificar, das quatro perspectivas de contextualização, apenas uma, a contextualização crítica. Esta perspectiva é compreendida por muitos pesquisadores como um processo didático capaz de problematizar a realidade vivenciada pelo aluno a conceitos físicos, a fim de elaborar uma representação crítica do mundo para melhor compreendê-lo. Diante disso, extraímos o trecho que faz referência ao tópico rejeito radioativo:

Um dos maiores problemas do uso pacífico da energia nuclear são os rejeitos tóxicos do processo, denominados rejeito radioativo ou lixo nuclear. O rejeito radioativo pode ser gerado de várias maneiras: nos núcleos dos reatores atômicos, por contaminação radioativa ou como subprodutos da extração, purificação e enriquecimento do urânio. Dois fatores devem ser levados em conta no trato com o rejeito radioativo: o nível de atividade radioativa e o volume ocupado. O rejeito dos reatores ocupa pouco espaço, porém tem alto nível de radiação; o da mineração do urânio é de baixa atividade, mas ocupa grandes volumes. O processo de mineração e separação do urânio produz minério puro, mas deixa sobras que contém alguns núcleos radioativos e, geralmente, com meias-vidas longas (TORRES et al, 2016, p. 245).

O excerto anterior, possibilita que o professor desenvolva trabalhos críticos problematizados em sala de aula, tendo em vista os riscos dos rejeitos radioativos. O trecho extraído possibilita ao aluno desenvolver seu lado questionador e responsável diante de assuntos técnicos e científicos como este. Além disso, permite discussões envolvendo conceitos científicos e tecnológicos aplicados a questões ambientais, políticas, econômicas e éticas. Dentre as possibilidades de desenvolver trabalhos em uma perspectiva crítica de contextualização, os autores apresentam diversas maneiras de armazenar os rejeitos radioativos, sendo todas temporárias, pois não há uma solução definitiva.

Dessa forma, o professor pode apresentar uma questão problematizadora aos alunos a fim de alcançar a Alfabetização Científica e Tecnológica em uma perspectiva ampliada. A Figura 7 ilustra o rejeito radioativo sendo manipulado por meio de equipamento remoto e a Figura 8 apresenta dois métodos de armazenamento de rejeitos radioativos. “O primeiro são o confinamento em contêineres blindados e reforçados e o sepultamento em *bunkers* de concreto, após cinco anos de resfriamento na piscina do reator” (TORRES et al, 2016, p.245). O outro método de armazenamento é o confinamento em depósitos geológicos profundos, como em túneis escavados em montanhas, porém requer cuidados.

Figura 7: Ilustração do rejeito radioativo manipulado por equipamento remoto



Figura 7.18 Rejeito radioativo sendo manipulado por meio de equipamento remoto. Centro de pesquisas nucleares em Fontenat-aux-Roses, França, 2007.

Fonte: TORRES et al (2016, p. 245)

Figura 8: Ilustração apresentada no livro de armazenamento de rejeitos nucleares



Figura 7.19 Barris com rejeito radioativo. Eggenstein-Leopoldshafen, Alemanha, 2015.



Figura 7.20 Contêineres com material altamente radioativo. Wuerenlingen, Suíça, 2014.

- (a) confinado em contêineres blindados e reforçados (b) confinado em depósitos geológicos profundos

Fonte: TORRES et al (2016, p. 245)

• Tecnologia das Comunicações

Neste capítulo, identificamos apenas o processo de contextualização histórica/sócio cultural. Os autores apresentam o progresso da tecnologia das comunicações, desde o telégrafo até a telefonia móvel celular. Seleccionamos alguns trechos que podem ser revertidos e trabalhados nessa perspectiva de contextualização:

Atualmente o telégrafo e o envio de telegramas estão praticamente extintos, mas em 24 de maio de 1844, quando o estadunidense Samuel Finley Breese Morse realizou a transmissão da primeira mensagem telegráfica pública dizendo “Eis o que Deus criou”, **o mundo estava passando por profundas modificações, frutos da Revolução Industrial.**

A partir de então, comprovava-se que era possível transmitir sinais rapidamente e a grandes distâncias. Entretanto, o invento de Morse teve por base as descobertas e as realizações de muitas outras pessoas [grifo nosso] (TORRES et al, 2016, p. 259).

O primeiro cientista a gerar e detectar ondas eletromagnéticas foi o físico alemão Heinrich Hertz, em 1887- ele construiu um equipamento no qual cargas elétricas oscilantes induziam, numa bobina situada próximo ao equipamento, uma força eletromotriz devido à variação do campo magnético gerado pelas cargas oscilantes. Hertz concluiu que havia a produção de ondas denominadas ondas hertzianas, por muito tempo. Demonstrou que essas ondas se propagavam com velocidade igual à velocidade da luz no vácuo e tinham todas as características das ondas luminosas, como reflexão, refração e interferência.

Essas ondas eletromagnéticas conhecidas hoje como ondas de rádio ou ondas de radiofrequência (RF), são usadas, entre outras aplicações, para a transmissão de sinais de rádio e TV.

O uso de ondas de rádio em comunicação a longa distância deve-se ao engenheiro italiano Guglielmo Marconi, considerado o inventor do rádio. As ondas de rádio são usadas não apenas em transmissão radiofônica ou em telegrafia sem fio, mas também em transmissões telefônicas, televisão etc. [grifo nosso] (TORRES et al, 2016, p. 265).

Em 1938, na Alemanha, Konrad Zuse (1910-1995) concluiu o primeiro computador digital não programável da história, o Z1, que também usava a álgebra binária. Em 1944, em plena Segunda Guerra Mundial, entra em operação o Mark I da Universidade de Harvard, o primeiro computador programável capaz de efetuar cálculos de interesse militar (TORRES et al, 2016, p. 273).

A partir de 1970, até início de 1980, tivemos a era “pós-moderna” da computação, a quarta geração, com os microcomputadores que conhecemos hoje. A miniaturização dos componentes eletrônicos e eletromecânicos e a evolução dos conceitos de arquitetura computacional permitiram a existência dos computadores de mesa, os PCs (*Personal Computers*), e aqueles que até cabem na palma da nossa mão, como os *tablets*. Bem a próxima geração, a quinta, já existe, os computadores quânticos, os biocomputadores de DNA e os computadores spintrônicos já são realidade, embora operando em laboratórios (TORRES et al, 2016, p. 274).

Nos trechos citados foi possível constatar que os textos informam o aluno sobre o processo de desenvolvimento das tecnologias de comunicações. Alguns trechos fazem menções as influências sociais, políticas e econômicas. Utilizam uma linguagem simples e apresentam um resgate histórico de cada tecnologia de comunicação e também da biografia dos cientistas envolvidos.

Em cada trecho fica evidente a valorização da evolução da Ciência e a desmistificação dos conhecimentos científicos socialmente produzidos. A abordagem utilizada pelos autores pode levar o aluno a perceber que a Ciência é fruto de um longo processo histórico e social de uma atividade humana. Essa abordagem possibilita ao professor não tratar os saberes científicos como um produto acabado com começo meio e fim.

5.2.2 Livro 2

Categoria 1: Apresentação da Introdução dos Capítulos

- **Teorias da Relatividade**

No início da unidade referente aos conteúdos de Física Moderna, os autores resumem os conhecimentos da Física Clássica, descrevendo que no final do século XIX o conhecimento relacionado a mecânica, a termodinâmica e o eletromagnetismo estava tão bem estabelecido que dava a sensação que nada mais existia para ser descoberto. No entanto, uma frase de Lorde Kelvin obrigou a comunidade científica a repensar alguns conceitos existentes e reelaborá-los. A frase dizia que a Física era “um céu azul, com algumas nuvens” (YAMAMOTO; FUKU, 2016 p. 230).

Sobre isso, compreendemos que as teorias da Física Clássica não explica muitos fenômenos observado no cotidiano e as nuvens no horizonte foi um dos ponto de partida para o desenvolvimento do que hoje conhecemos como FMC. Na introdução do capítulo referente as teorias da relatividade, os autores integram a temática no contexto da interdisciplinaridade, ao considerar que:

[...] A teoria da relatividade especial é o resultado do trabalho de cientistas-físicos, matemáticos, filósofos- que, trabalhando em áreas aparentemente desconexas como a mecânica e o eletromagnetismo, levantaram singularidades que não podemos perceber em nosso cotidiano, mas mudaram completamente a maneira como entendemos o espaço e o tempo (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 232).

Podemos inferir que os autores integram o conteúdo da relatividade a várias áreas da Ciência, levando o leitor a pensar e refletir sobre quais objetos e situações do cotidiano se fundamentam nos conhecimentos relacionados a relatividade.

- **Teoria Quântica**

O capítulo inicia com duas imagens, a primeira é uma foto de Ernest Rutherford, a segunda é um esquema instrumental do experimento conduzido por Rutherford que levou à proposição do novo modelo do átomo. Os autores falam de novas realidades que antes eram consideradas pura ficção e passou a serem estudadas e aceitas pela comunidade científica. Essa nova realidade descoberta há cerca de um século pelos físicos refere-se ao mundo da Física Quântica.

Na sequência, o texto apresenta o percurso histórico da Física e suas contribuições para que se compreenda a teoria Quântica. Para tanto, explicam todas as nuvens escuras no céu azul da Física Clássica, pontuando que a teoria Quântica surgiu da tentativa de compreender a interação da matéria com a radiação e da interpretação dada para a matéria, visto que, algumas leis da Física Clássica não estavam claras. Os autores explicam que a teoria Quântica é o modelo teórico de maior sucesso construído até hoje, confirma dados da suposta existência do *big bang*, além de dá suporte teórico para a tecnologia envolvida na produção de semicondutores e computadores, bem como, no desenvolvimentos de eletrônicos. O texto traz breve relatos históricos que levaram à formulação da teoria Quântica listando os principais resultados alcançados e nomeando autores da teoria.

O texto pontua que as inovações eram tão radicais que a comunidade científica não acolheu ou acatou imediatamente todos os resultados, ressaltando que muitas controvérsias ainda penduram. Os conteúdos da Física Quântica estão situados em um contexto geral da Física, pois relaciona à outros conhecimentos físicos. A linguagem do texto em muitas partes ficou confusa e os autores deram foco maior na explicação da Física Clássica que subsidiou a teoria Quântica.

- **Física Nuclear**

O capítulo inicia falando sobre o projeto Manhattan formado por cientistas de todo o mundo e da cooperação entre os Estados Unidos da América (EUA), Reino Unido e Canadá. Esse projeto foi responsável por criar as bombas nucleares lançadas no Japão e que mataram cerca de 140 mil pessoas vítimas da radiação. Apesar destes ocorridos, diversas descobertas nas Ciências médicas foram feitas com base nas tecnologias criadas durante os estudos para se produzir a bomba atômica. Essas novas tecnologias ajudam na identificação e na cura de doenças graves em milhões de pessoas no mundo. Sobre estes fatos, os autores indagam sobre os benefícios das aplicações da pesquisa científica para a sociedade, se podemos julgar como “boa ou ruim” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 262). Este questionamento ou abordagem permite que o aluno reflita sobre as aplicações das Ciências na sociedade e sobre as intervenções de outras esferas (política, religiosa e econômica) quando ainda não existe um destino para o resultado de determinada pesquisa.

Ao longo do texto os autores falam dos julgamentos que as pesquisas científicas recebem e que “não deveriam criticar o conhecimento científico, e **sim as aplicações dadas a ele e das consequências que trazem para o mundo**”, ou seja, consideram a ciência neutra [grifo nosso] (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 262). Os autores deixam claro que o estudo sobre a

radioatividade “não fere, não agride, não traz benefícios nem malefícios, logo não há por que imaginar que seu estudo deva ser criticado ou proibido” (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 262). No entanto, sua aplicação traz consequências que podem mudar a vida de todo o planeta, por isso tem que ser questionado e debatido em sala de aula.

A abordagem do conteúdo traz inúmeras reflexões e questionamentos, no entanto, em alguns tópicos a linguagem do texto chega a ser muito científica e objetiva (necessitando de informações adicionais), isso poderá ser um obstáculo para a compreensão do aluno, mas cabe ao professor preencher as lacunas e ajudar o aluno em uma melhor compreensão.

Categoria 2: Processos de contextualização

• Teorias da Relatividade

Neste capítulo, observamos que não há processos de contextualização que se vinculem de forma satisfatória a nenhuma das quatro perspectivas de contextualização em análise. No máximo encontra-se alguns apontamentos que podem ser compreendidos pelos alunos e professores como sendo uma contextualização por cotidiano. O trecho a seguir exemplifica essa situação.

De uma maneira bem simples, podemos imaginar o espaço-tempo sendo representado por um colchão e diversas esferas de massas diferentes sobre esse colchão representando corpos celestes; quanto maior a massa de uma esfera, maior a deformação do colchão. Para Einstein, a deformação produzida é o campo gravitacional exercido pelo corpo. Assim, diferentemente da Relatividade Especial, que somente une o espaço e o tempo em uma única entidade espaço-tempo, a Relatividade Geral mostra o comportamento desse tecido, da massa e da energia de partículas livres quando estas interagem, incluindo o comportamento dos raios de luz. Com isso, ele mostra um novo modo de ver a gravidade, diferente da de Newton, ou seja, a Relatividade Geral de uma teoria de gravitação (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 244)

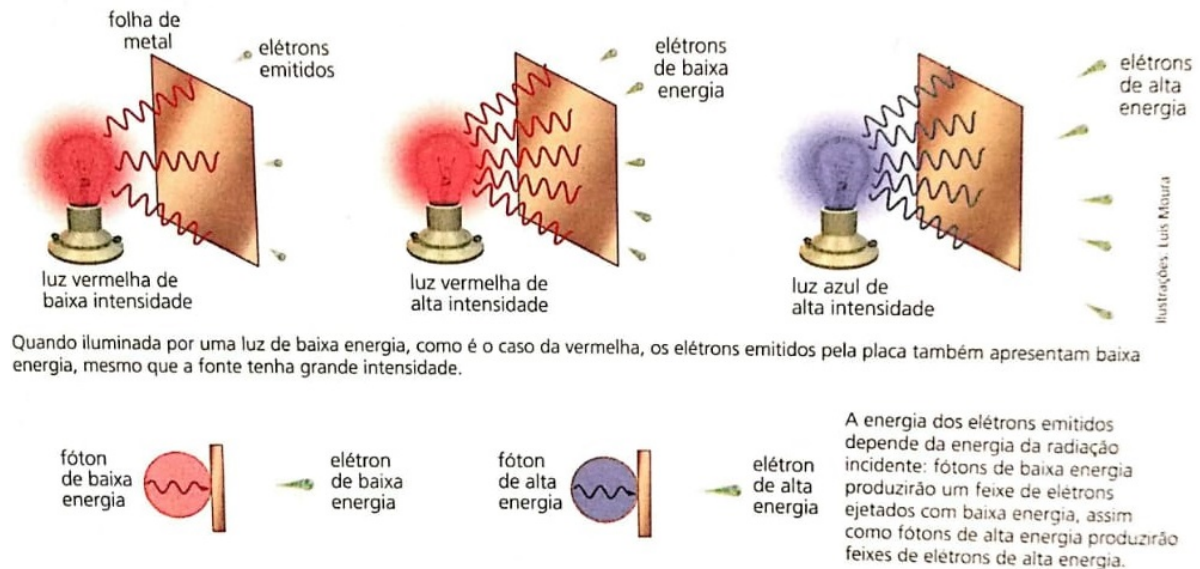
Conforme podemos observar, os autores explicam o fator espaço-tempo associando objetos conhecidos do aluno, porém essa não é uma visão de cotidiano adequada, pois no máximo tece relações superficiais. Dessa forma, não há uma problematização do cotidiano mais sistêmica como parte do mundo físico e social. Assim, é fundamental que o professor compreenda primeiro a ideia de contextualização e depois alinhar o contexto e conceito do conteúdo.

• Teoria Quântica

Identificamos a perspectiva de contextualização por ilustração/exemplificação. Os autores explicam o efeito fotoelétrico e ilustram como corre este fenômeno, deixando claro que nem

toda radiação provoca o efeito fotoelétrico, mas apenas as mais energéticas. A Figura 9 ilustra o esquema de funcionamento desse fenômeno.

Figura 9: Esquema de funcionamento do efeito fotoelétrico apresentado no livro didático



Fonte: YAMAMOTO; FUKUE (2016, p. 252)

A Figura 9 é clara e corresponde à explicação sobre o funcionamento do efeito fotoelétrico. Após a explicação e ilustração do efeito fotoelétrico, os autores exemplificam as aplicações deste fenômeno no nosso cotidiano, como podemos observar no recorte a seguir.

As aplicações do efeito fotoelétrico no nosso cotidiano são encontradas em:

- dispositivos para abertura e fechamento de portas automáticas;
- sistemas de segurança e alarmes;
- interruptores automáticos para a iluminação de vias públicas;
- fotômetros de máquinas fotográficas, que controlam o tempo de exposição de filmes etc (YAMAMOTO; FUKUE, 2016, p. 253).

A abordagem de explicação do efeito fotoelétrico contribuiu para a compreensão do conteúdo, porém não há uma tentativa sistematizada de problematizar os processos de aplicação desse fenômeno. Este tipo de abordagem apresenta uma visão simplista do empreendimento científico e tecnológico.

- **Física Nuclear**

Ao analisar este capítulo, identificamos no subtópico Irradiação de alimentos, correspondente ao conteúdo Radiações ionizantes, o processo de contextualização por exemplificação. O recorte apresenta explicações e aplicações do estudo deste tópico.

Romper ligações implica alterar quimicamente um material. Por isso, dependendo de onde se dá a absorção de energia, a irradiação pode levar a alterações de alguns processos.

A interação da radiação com a matéria pode ter várias utilidades, por exemplo, na irradiação de alimentos. Essa prática pode impedir a multiplicação de microrganismos em alguns alimentos, como carnes e vegetais, por um tempo determinado e em doses muito bem controladas; os efeitos desejados são impedir a multiplicação de microrganismos que causam a deterioração do alimento, tais como bactérias e fungos, por alterações em sua estrutura celular, e retardar a maturação de frutas, o brotamento de raízes ou a deterioração de cereais por alterações no processo fisiológico dos tecidos da planta (YAMAMOTO; FUKU, 2016, p. 276).

O trecho citado, exemplifica a aplicação da irradiação, porém pode ser revertido para a perspectiva de contextualização crítica, visto que, é um tópico de interesse social. Permite discussões mais amplas, embora a abordagem utilizada pelos autores seja sucinta, restringindo-se para alguns aspectos fundamentais da irradiação de alimentos, como doses aceitáveis e efeitos de irradiação aguda. Desse modo, para que a formação de um cidadão crítico seja atingido é necessário, primeiramente, compreender que a perspectiva crítica parte de questões problematizadoras para que o aluno desenvolva seu lado questionador, responsável e crítico diante de assuntos técnicos e científicos como o subtópico Irradiação de alimentos.

5.2.3 Livro 3

Categoria 1: Apresentação da Introdução dos Capítulos

- **Relatividade**

A unidade referente aos conteúdos de Física Moderna apresenta uma breve introdução, explicando que surgiu a partir do estudo da energia solar em que estudiosos da Física começaram a desvendar e entender a estrutura elementar da matéria, sendo possível descobrir a energia armazenada no núcleo do átomo.

A reformulação conceitual sobre este estudo deu origem a uma nova Física, assim descrita pelo autor do livro. O capítulo referente a relatividade, inicia com a imagem da obra A persistência da memória, de 1931, do pintor surrealista espanhol Salvador Dalí, em que expressa

o impacto da concepção de tempo trazida pela Teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein. A inserção da imagem desta obra no início do capítulo leva o aluno a compreender que Arte e Ciência são manifestações da nossa cultura e possuem elementos comuns que contribui para o processo de ensino-aprendizagem.

O texto da introdução é objetivo e claro, mas não apresenta contexto histórico sobre a descoberta da relatividade, as informações são resumidas na biografia de Einstein, o que poderá ser um problema para a compreensão do conteúdo.

• **Origens da Física Quântica**

O capítulo referente as origens da Física Quântica apresenta no início uma fotografia do espectro de algumas estrelas do aglomerado das Plêiades, localizado na constelação de Touro, obtida com um pequeno e estreito prisma colocado à frente de um telescópio, apresenta seis faixas e cada uma corresponde a uma estrela. A análise do espectro permite conhecer a composição Química e a temperatura dessas estrelas. A explicação desse enigma foi umas das causas da revolução conceitual que originou a Física Quântica.

O autor foca em explicar a compreensão da natureza dos espectros da radiação eletromagnética à estrutura dos átomos, através de estudo histórico e teórico. Traz uma abordagem diferente dos demais livros analisados, pois divide os conteúdos da Física Quântica em dois capítulos, o primeiro retrata a origem da Física Quântica em que se prioriza a história das ideias e descobertas que revolucionaram a Física do final do século XIX às primeiras décadas do século XX. Esse capítulo traz imagens que reportam o estudo em questão, além de fazer várias conexões com outras áreas da Ciência como a Química, muito citada ao longo do texto, além disso, traz biografias e alguns *boxes* de informações.

• **A nova Física**

O segundo capítulo aborda a nova Física, iniciando com a imagem de um rei contando sua história:

[...] Era uma vez um rei que vivia só num pequeno planeta. Acreditava reinar não apenas no seu planeta, mas sobre todos os planetas e estrelas do Universo. Um dia, recebeu a visita de um princepezinho de outro planeta que, ao tomar conhecimento de tal poder, desejou ver um pôr do sol, seu espetáculo favorito. “Teu pôr do sol, tu o terás. Eu o exigirei. Mas eu esperarei, na minha ciência de governo, que as condições sejam favoráveis”, respondeu o rei. “Quando serão?”, perguntou o princepezinho. O rei, consultando um grosso calendário, respondeu:

“Será lá por volta de... por volta de sete horas e quarenta, esta noite. E tu verás como sou bem obedecido” (Fonte: SAINTEXUPÉRY, 2006 apud GASPARG, 2017, p. 232).

Essa pequena história poderá proporcionar ao aluno imaginar a situação e refletir a respeito da construção da Ciência, que ao longo dos anos, vai sendo construída. Nenhuma teoria é absoluta e nem possui uma verdade absoluta. O segundo capítulo da teoria Quântica traz discussões sobre o *spin* do elétron, Pauli e o princípio da exclusão, as ondas da matéria, mecânica ondulatória, princípio da incerteza, entre outros. A linguagem do texto permite momentos de reflexão e discussão, integra a temática à outras áreas da Ciência e aborda os conteúdos de forma clara e objetiva.

Categoria 2: Processos de contextualização

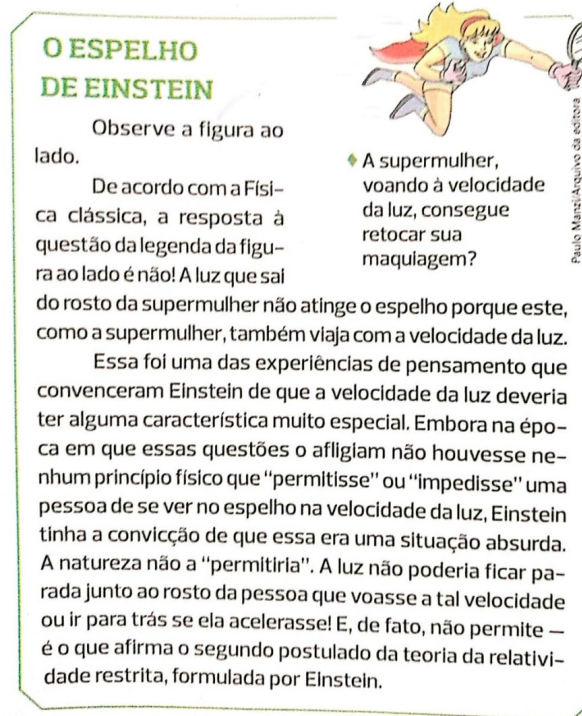
• Relatividade

A partir da análise deste capítulo, identificamos duas perspectivas de contextualização, por cotidiano e por ilustração/exemplificação. Na explicação do tópico A relatividade e o movimento ondulatório, os autores evidenciam a perspectiva de contextualização por ilustração/exemplificação, conforme podemos verificar no trecho.

A independência entre a velocidade da fonte e a velocidade da onda que ela emite tem consequências intrigantes. Se a fonte for mais veloz que a onda, ela não é capaz de detectá-la. É o caso do piloto de um avião supersônico, que não ouve o ruído externo do seu próprio avião. Da mesma forma, é possível imaginar que, se alguém pudesse viajar com uma velocidade igual ou maior do que a da luz olhando para um espelho, não veria a sua própria imagem (GASPARG, 2017, p. 214).

No trecho anterior, nota-se que os autores concatenam a explicação do tópico em estudo com a exemplificação e/ou demonstração do fenômeno da relatividade e o movimento ondulatório. Para compreender melhor esta situação, os autores apresentam uma ilustração com a intenção de contribuir para a compreensão do conhecimento científico, a qual é apresentado na Figura 10.

Figura 10: Ilustração do espelho de Einstein



Fonte: GASPARG (2017, p. 214)

A perspectiva de contextualização por cotidiano é notada no tópicA impossibilidade da simultaneidade. Como pode ser evidenciado no trecho seguinte.

Você mesmo já deve ter percebido a impossibilidade da simultaneidade em transmissões de televisão quando o mesmo programa se realiza em locais diferentes e a comunicação ocorre via satélite: o intervalo de tempo entre a fala de um apresentador de telejornal no Brasil, por exemplo, e a resposta de um correspondente no exterior é consideravelmente maior do que o intervalo de tempo habitual em conversas presenciais. A figura 12.8 representa esquematicamente essa situação.

O telespectador que assiste à conversa no Brasil percebe facilmente que o correspondente no exterior não ouviu o que o telespectador já ouviu. No entanto, sabemos que o correspondente responde ao apresentador imediatamente à pergunta (GASPARG, 2017, p. 217).

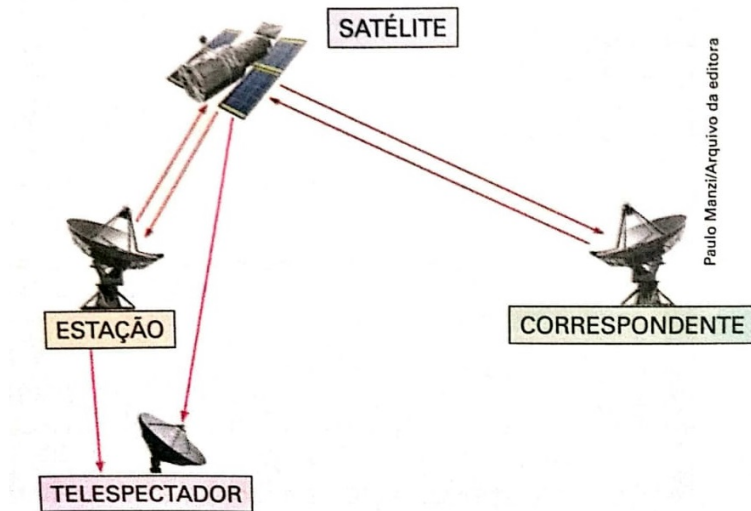
Para representar a explicação dos trechos anteriores, o autor apresentam a Figura 11. Compreendemos que o autor relaciona a explicação científica com uma situação do cotidiano conhecida do aluno. A intenção desta abordagem é que o aluno perceba as aplicações científicas no seu dia a dia e que a Física apresente significado e relevância para ele.

O texto referente a este tópicA apresenta conceitos físicos fundamentais para o entendimento por parte do aluno. Entretanto, ao abordar o cotidiano em sala de aula, deve-se tomar cuidado para não fortalecer no aluno uma visão simplista e ingênua da realidade.

Assim, é fundamental que o caráter crítico do aluno seja instigado durante a abordagem

dos conceitos físicos, sobretudo para que o aluno não assuma a ideia de que o conteúdo tenha representação única. Para não ocorrer esta ideia, o autor apresenta outros fatos e acontecimentos relacionados com o que é discutido.

Figura 11: Esquema de uma transmissão de televisão via satélite



◆ Figura 12.8. Representação, sem escala e em cores fantasia, de uma transmissão de televisão via satélite.

Fonte: GASPARG (2017, p. 217)

• Origens da Física Quântica

Neste capítulo, identificamos apenas a contextualização histórica/sócio cultural. O conhecimento referente ao processo histórico envolvido na construção da explicação do tópico descargas em tubos com gases rarefeitos e espectroscopia, pode ser notado no recorte seguinte.

Apesar de a espectroscopia ter tido um grande desenvolvimento durante a segunda metade do século XIX e o início do século XX, físicos e químicos enfrentavam o constrangimento de não serem capazes de dar nenhuma explicação para esses misteriosos valores de comprimento de onda ou frequência em que a luz se dispersava.

Mas não eram apenas os espectros de elementos químicos que desafiavam a compreensão dos cientistas da época; a variação da forma dos espectros também era inexplicável: a radiação emitida por corpos aquecidos não apresenta linhas, é contínua (GASPARG, 2017, p. 235).

Notamos que o autor leva o aluno a perceber que a Ciência é fruto de uma construção humana e interdisciplinar. O trecho permite que o aluno compreenda que os cientistas também passam por dificuldades e que suas dúvidas são pertinentes e necessárias para entender que a Ciência não é algo acabado e linear, mas um longo processo de construção histórica.

Outro processo de contextualização histórica/sócio cultural, identificamos no conteúdo radiação térmica. O autor apresenta um percurso histórico para explicar a natureza do calor. Algumas comprovações experimentais foram desenvolvidas para compreender o espectro da radiação térmica, como podemos ver no trecho.

Numa delas, em 1804, o físico norte-americano Benjamin Thompson, conde Rumford (1753-1814), pôs um termômetro no interior de um balão de vidro onde havia vácuo. Colocou esse balão junto a uma fonte de calor e verificou que o termômetro passava a indicar, de imediato, um rápido aumento de temperatura. Pierre Prévost (1751-1839), físico suíço, fez uma verificação mais criativa. Mostrou que a quantidade de calor que atravessa uma cortina de água é a mesma, quer a água esteja parada quer em movimento. Pode-se afirmar que a identidade entre a radiação de luz e de calor já estava bem estabelecida em 1859, quando o físico alemão Gustav Kirchhoff publicou seu artigo “sobre a relação entre emissão e absorção de luz e calor”. Além de tratar a emissão de luz e calor de forma idêntica, Kirchhoff propôs nesse artigo a sua lei da radiação segundo a qual a razão entre o poder emissivo e o poder absorptivo de um corpo sólido, para radiações da mesma frequência, depende apenas da sua temperatura. (apesar de na formulação original dessa lei Kirchhoff se referir ao comprimento de onda da radiação, neste caso e na demais expressões usar o conceito de frequência) (GASPAR, 2017, p. 238).

Depreendemos que este trecho da análise do livro, traduz, os aspectos históricos para a construção do conhecimento científico referente a natureza da luz. A evolução científica se faz com muita pesquisa, dedicação, resultados negativos e positivos com investigações entorno de hipóteses e ideias e feitos por pessoas. Fica evidente também que o autor evita tratar a construção do conhecimento científico como um conjunto de etapas padronizadas realizadas pontualmente por um único cientista.

- **A nova Física**

Neste capítulo, não identificamos nenhum dos processos de contextualização analisados. Notamos que o texto dos conteúdos deste capítulo, incorpora uma linguagem técnica, própria de uma comunidade específica, ou seja, o texto é destinado para professores, quando deveria ser reportado para alunos. Acreditamos que por isso, não identificamos os processos de contextualização, que facilitaria o processo ensino-aprendizagem.

5.3 Síntese do grau de presença dos indicadores de Alfabetização Científica nos livros didáticos

A maior parte das críticas dirigidas aos LD e ao ensino de Física na educação básica se volta para o fato de que, frequentemente, se privilegia uma formação conceitual e técnica sem

relação com as vivências do aluno. Sendo necessário haver mudanças no modo de se enxergar a Física e sua relevância para a formação do aluno da educação básica.

É justamente neste ponto que nossa pesquisa visa contribuir. Destacando e evidenciando onde os autores de LD podem melhorar a qualidade da abordagem dos conteúdos de FMC, a fim de favorecer uma formação científica crítica para o aluno. Para isso, elaboramos indicadores de AC para identificar o grau de presença dos processos de contextualização.

Para orientar a análise das obras didáticas, utilizamos o Quadro 3, descrito no Capítulo 4. Após a análise, sintetizamos as informações no Quadro 5, como pode ser observado.

Quadro 5: Identificação do grau de presença dos indicadores de Alfabetização Científica

Livros analisados Indicadores	Livro didático 1	Livro didático 2	Livro didático 3
a	B	B	B
b	B	B	B
c	B	B	B
d	F	F	F
e	F	F	F
f	F	F	F
g	B	B	B
h	B	B	B
i	E	B	B
j	E	F	B
k	B	F	B
l	F	F	F
m	F	F	F
n	F	F	F

Fonte: Elaborado pela autora

Todos os livros analisados abordam a Histórica da Ciência na introdução dos capítulos. Entretanto, o L2 não apresenta de forma satisfatória a contextualização histórica/sócio cultural. O L1 e L3 apresentam a contextualização histórica/sócio cultural de forma satisfatória. Compreendemos que os autores destes livros entendem que a abordagem histórica possibilita que o professor aborde o conteúdo não de forma fragmentada e linear, mas como um conjunto de relações disciplinares.

Constatamos também que a perspectiva de contextualização crítica é abordada somente no L1 e apenas uma vez. Já os demais livros não apresentam esta perspectiva de contextualização. A ausência da abordagem crítica dos conteúdos dificulta a formação de um cidadão crítico e ativo na sociedade que está inserido. Este fato é preocupante, pois a contextualização é um dos princípios

organizadores do Currículo do ensino médio. Sendo fundamental para o Ensino de Física, pois propõe situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de produção, apropriação e utilização. Dessa forma, para o aluno apropriá-se do conhecimento científico é necessário que o LD não apresente os conteúdos de forma limitada, pois não contribui para o desenvolvimento das competências necessárias para atingir Alfabetização Científica e Tecnológica.

Notamos que o processo de contextualização por ilustração/exemplificação é o mais utilizado na abordagem dos conteúdos científicos, apresentando-se 4 vezes no L1, 3 vezes no L2 e 1 vez no L3. Este processo de contextualização tem menores resultados no que diz respeito a formação do aluno no aspecto social, além de possuir uma visão simplista do empreendimento científico e tecnológico pois, limita-se apenas às aplicações técnicas e formais.

Por fim, constatamos que a contextualização por cotidiano apresenta-se com pouca frequência (apenas 1 vez em cada livro analisado). Compreendemos que relacionar conteúdo e realidade não é uma tarefa trivial nem para o aluno e tampouco para professores, pois não se trata tais situações durante a formação docente, além disso, encontrar aplicações de parte dos conteúdos e relacioná-los com o cotidiano do aluno apresenta suas dificuldades, considerando que é necessário tomar cuidado ao abordar o cotidiano ao aluno para não fortalecer uma visão simplista e superficial dos conceitos físicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de percorrido esse caminho, chegamos às considerações finais desta pesquisa. O objetivo geral do trabalho foi analisar a qualidade de como estão propostos os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) nos Livros Didáticos (LD) de Física aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, atividade que realizamos até o presente momento. Agora nos resta responder a pergunta que nos levou a esta pesquisa: de que forma os conteúdos de FMC são apresentados nos LD de Física de três escolas públicas do ensino médio de São Luís- MA? Antes de responde-la, relembremos o caminho que traçamos neste trabalho.

Partimos do pressuposto de que a discussão sobre a FMC nos LD de Física não pode ser apresentada de forma esvaziada de conhecimento científico, como um simples componente curricular e sem relação com o cotidiano do aluno. É necessário que os LD permitam o domínio dos conteúdos específicos em questão. É preciso que o aluno compreenda as rupturas causadas pelas teorias advindas da FMC, as transformações tecnológicas proporcionadas por ela e as questões éticas envolvidas no uso desse conhecimento. Isso só é possível se o aluno apropria-se desse conteúdo de forma densa e efetiva.

Um dos caminhos que os professores podem trilhar a fim de alcançar a formação científica básica do aluno e sua formação cidadã, se dá a partir da contextualização dos conteúdos escolares. Para isso, é fundamental que os autores de LD tenham em mente que tipo de cidadão pretendem formar ou que objetivos almejam alcançar com a abordagem dos conteúdos de FMC de forma que os conceitos físicos tornem-se significativos para os estudantes.

A análise dos LD de Física do PNLD de 2018 ocorreu em duas frentes de trabalho. Primeiro, descrevemos os conteúdos de FMC e discutimos sua relevância na formação científica e cidadã do aluno. Nesta análise, constatamos que todos os livros analisados apresentam os conteúdos em questão, porém o que os difere é a organização desses conteúdos, sendo possível notar que há livros que destinam tópicos de FMC a mais que os outros. Outro fato constatado comum nos três livros é a presença de dois temas centrais, a Teoria da Relatividade e a Física Quântica. Isso se explica devido a notoriedade dos impactos que esses conhecimentos vêm produzindo na sociedade. Ainda na descrição dos conteúdos, notamos a ausência dos tópicos efeito fotoelétrico e nanotecnologia em dois LD. A ausência desses conteúdos pode apresentar implicações no processo de ensino-aprendizagem e na formação científica do aluno, visto que as

aplicações desses conteúdos estão presentes em seu cotidiano.

A segunda frente de trabalho, corresponde a análise do corpo teórico dos conteúdos de FMC, identificando o grau de presença das contextualizações: histórica/sócio cultural, ilustração/exemplificação, cotidiano e crítica. Acreditamos que se o aluno tiver contato com os processos de contextualizações durante o processo de ensino-aprendizagem, ele compreenderá a real importância da Física para sua formação geral. É nesse contexto que o Ensino de Física está inserido, sendo necessário que os conhecimentos apresentados em sala de aula e nos LD sejam relevantes e aplicados na vida dos cidadãos, de modo que os conhecimentos os capacitem a participar de tomada de decisões sobre os diversos assuntos pertinentes a Ciência.

Os nossos dados nos permitiram constatar que apenas dois LD (L1 e L3) apresentam a contextualização histórica/sócio cultural de forma satisfatória. A partir desta constatação, depreendemos que os autores destes livros, compreendem que esta perspectiva de contextualização deve ser trabalhada de forma crítica a fim de que o aluno compreenda que o conhecimento científico não é fragmentado, linear ou disciplinar como aparece na grade escolar, e sua relevância pode ser aplicada em diferentes contextos de significação.

Constatamos também que o processo de contextualização por ilustração/exemplificação é o mais utilizado pelos LD na abordagem dos conteúdos científicos. Esta perspectiva é bem próxima do cotidiano, diferenciando-se apenas na forma de abordagem dos exemplos a serem utilizados. Notamos que esta perspectiva apresenta-se ora no início do processo educativo como uma exemplificação do conteúdo, ora no final, como uma ilustração representativa de um aparato tecnológico que tem a intenção de ilustrar a aplicação dos conceitos ensinados.

Ficou evidente que o processo de contextualização por cotidiano, apresenta-se com pouca frequência nos livros analisados. Este processo ocorre quando a abordagem dos conteúdos permite que o professor utilize exemplos de aparelhos tecnológicos explicando seu funcionamento e relacionando com os conceitos físicos fundamentais para o entendimento destes por parte do aluno. Com esta ideia, ficou nítido que esta contextualização quase não ocorre nos LD. Desse modo, destacamos que os LD apresentam a contextualização por cotidiano de forma acrítico da realidade, sem significado para a formação científica e cidadã do aluno. Este ponto merece atenção, pois a abordagem mais crítica da realidade é um ponto importante para alcançar a Alfabetização Científica e Tecnológica em uma perspectiva ampliada.

Por fim, notamos que a perspectiva de contextualização crítica apresenta-se uma vez e somente no L1. A falta de abordagem crítica nos conteúdos dificulta o processo de Alfabetização

Científica e Tecnológica. Sendo que um dos principais objetivos do Ensino de Física na educação básica deve ser formar cidadãos que possam vivenciar plenamente a cidadania, desenvolvendo competências e habilidades para posicionar-se frente às questões sociais e ambientais de maneira crítica e reflexiva. Dessa forma, é preciso que professores e autores de LD entendam que ensinar Física não se resume apenas em apresentar os conceitos científicos, é necessário relacioná-los com as vivências cotidianas dos alunos para que compreendam a real importância da Física para sua formação cidadã crítica.

Esta pesquisa não tem a intenção de qualificar ou desqualificar os LD analisados, mas apontar onde os autores de LD podem melhorar a qualidade da abordagem dos conteúdos de FMC, visando contribuir com a formação científica crítica do aluno, bem como evidenciar os aspectos que podem ser analisados com mais propriedade pelos professores ao selecionar os LD que irá utilizar na sua prática em sala de aula. À vista disso, esta pesquisa poderá contribuir para que professores e autores de LD tenham um olhar mais crítico a respeito da abordagem dos conteúdos de FMC.

Esperamos a partir desta análise, que no processo de elaboração dos LD, os conteúdos de FMC possibilite o professor trabalhar diversos aspectos críticos desse conteúdo, não restringindo-os apenas ao conceito científico atrelado ao ensino dessa Ciência. Também enfatizamos a necessidade de análises dos conteúdos de FMC por outros vieses, visto que as indagações sobre esta temática são merecedoras de análises aprofundadas.

REFERÊNCIAS

AGOSTIN, Aline D'. **Física Moderna e contemporânea**: com a palavra professores do ensino médio. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, 2008. 112 f.

AMARAL, Carmem Lúcia Costa.; XAVIER, Eduardo da Silva.; MACIEL, Maria DeLourdes. Abordagem das Relações Ciência/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14(1), p. 101-114, 2009.

AULER, Décio.; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Revista Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.

AULER, Décio. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, Décio. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de Física. **VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Florianópolis, 1998.

AULER, Décio.; DELIZIOCOV, Demétrio. Alfabetização científico–tecnológica para quê?. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, p. 01 – 13, Jun. 2001.

BARBOSA, Felipe Araújo.; MACHADO, Cassiana Barreto Hygino.; JUNIOR, Edmundo Rodrigues.; LINHARES, Marília Paixão. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade - (CTS) no ensino de física: uma proposta na formação inicial de professores. **Revista Multidisciplinar de Licenciatura e Formação Docente**, v.15, n.1, p.158-178, 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. 2 ed. São Paulo. 2011. 279 p.

BASSO, Lucimara Del Pozzo.; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. Organização e realização do processo de escolha de livros didáticos em escolas de educação básica. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 9, n. 3, p. 256-276, 2015.

BATISTA, Arian Rodrigues. **O uso da sequência didática como um instrumento para o ensino de astronomia**: a radiação cósmica de fundo de micro-ondas e a expansão do universo. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências)- Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019, 136 f.

BATISTA, Antônio Augusto Gomes. **Um objeto variável**: textos, impressos e livros didáticos. In: ABREU, M.(org) *Leitura, história e história e leitura*. Campinas, São Paulo: Associação de Leitura do Brasil: Fapesp, 1999.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Editora: UFSC. Florianópolis, 1998.

BAZZO, Walter Antonio.; COLOMBO, Ciliana Regina. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 20, n. 1, p. 9-16, Florianópolis, 2001.

BELANÇON, Marcos Paulo. O ensino de Física contextualizado ao século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 39, nº 4, 2017.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. **Livro didático e saber escolar (1810-1910)**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. 239 p. ISBN 978-85-7526-358-7.

BOCHECO, Otávio. **Parâmetros para a Abordagem de Evento no Enfoque CTS**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina,

2011. 165f.

BONADIMAN, Helio.; NONEMACHR, Sandra, E.B. O gostar e o aprender no ensino de física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p. 194–223, 2007.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação- LDB, 1996**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, atualizado em março 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf>.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular- BNCC**. Etapa do Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, homologada em 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>.

BRASIL. Parte I - **Parâmetros Curriculares Nacionais– Ensino Médio**- Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica– parte 1– Bases Legais, 2000a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>.

BRASIL. Parte II- **Parâmetros Curriculares Nacionais**- Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica- parte 2- Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, 2000b. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>.

BRASIL. Parte III -**Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2000c. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais -PCN+**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica- Ensino Médio**. Brasília:

Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2013. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>>.

BRASIL. **Guia de Livros Diáticos Ensino Médio: PNLD 2018 : Física ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/item/11148-guia-pnld-2018>>.

CAVALCANTE, Marisa Almeida. O ensino de uma nova Física e o exercício da cidadania. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p. 550-551, 1999.

COIMBRA, Sandra Gonçalves. **A formação de uma cultura científica no ensino médio: o papel do livro didático de Física.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, 2007. 187 f.

CORTEZ, Jucelino.; DEL PINO, José Claudio. A abordagem CTS e as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio- implicações para uma nova educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 10, n. 3, p. 125- 144, 2017.

CHASSOT, Attico Inacio. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89–100, 2003.

CHASSOT, Attico Inacio. **Alfabetização Científica: questões e desafios para Educação.** 1 ed. Ijuí: Unijuí. 2000. 434 p.

CHERVEL, André. L’histoire des disciplines scolaires. Réflexions sur un domaine de recherche. **In: Histoire de l’éducation.** v. 38, n. 59-119, p. 59-106. 1988.

CHIQUETTO, Marcos José. O Currículo de Física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva. **Revista e-curriculum**, vol. 7, n. 1, ISSN: 1809-3876, São Paulo, 2011.

CHOPPIN, Alain. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549-566, São Paulo, 2004.

CRUZ, Sônia Maria Silva Corrêa Souza. **Aprendizagem centrada em eventos**: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental. Tese (Doutorado em Educação)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio.; ANGOTTI, José André.; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. Editora: Cortez. São Paulo, 2002.

DIESEL, Aline.; BALDEZ, Alda Leila Santos.; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

DOMINGUINI, Lucas. **O conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM**. 2010a. 166 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, fevereiro de 2010a.

DOMINGUINI, Lucas. Fatores que evidenciam a necessidade de debates sobre o livro didático. **V Congresso Internacional de Filosofia e Educação- CINFE**, Caxias do Sul, mai. 2010b.

EMMEL, Rúbia. **O Currículo e o livro didático da educação básica**: contribuições para a formação do licenciando em ciências biológicas. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí – RS, 2015, 153 f.

FERREIRA, Rodrigo Medeiros. **Física Moderna**: divulgação e acessibilidade no ensino médio através das histórias em quadrinhos. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Alagoas Maceió, 2013. 83 f.

FILHO, José de Pinto Alves. **Atividades experimentais**: do método à prática construtivista. Tese (Doutorado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. 298 f.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª edição. Porto Alegre - RS: Editora Artmed, 2009.

FRACALANZA, Hilário.; MEGID-NETO, Jorge. (2006). **O livro didático de Ciências: problemas e soluções**. In: FRACALANZA, Hilário; MEGID-NETO, Jorge. (orgs). O Livro Didático de Ciências no Brasil (pp.153-170). Campinas: Komedi.

FRACALANZA, Hilário. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, 1992. 293 f.

FRANCO, Luiz Gustavo.; MUNFORD, Danusa. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-170, 2018.

FREIRE, Paulo Reglus Neves. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, Paulo Reglus Neves. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GARCIA, Nilson Marcos Dias. A Física que gostaríamos de ter estudado na escola de nossos sonhos. **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. Editora: Ática, 3ª ed, São Paulo, 2017.

GOUVEIA, Mariley Simões Floria. **Cursos de ciências para professores de 10 grau: elementos para uma política de formação continuada**. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 274f, 1992.

GOUVÊA, Guaracira. Currículo, Livro didático e Ensino de Física. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

KOEPSEL, Raica. **CTS no Ensino Médio: Aproximando a escola da sociedade**. Dissertação (Mestrado em Educação)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

KRASILCHIK, Myriam.; MARANDINO, Martha. **Ensino de Ciências e Cidadania**. 2 ed. São Paulo. Editora Moderna. 2007. 87 p.

KRIPKA, Rosana Maria Luvezute.; SCHELLER, Morgana.; BONOTTO, Danusa de Lara. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de Investigações UNAD Bogotá- Colombia**, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015, ISSN 0124 793X.

LEAL, Maria Cristina.; GOUVÊA, Guaracira. Uma visão comparada do ensino em ciência, tecnologia e sociedade na escola e em um museu de ciência. **Revista Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 67-84, Bauru, 2001.

LOPES, Rudy Falcão. **A versão ao ensino de Física na unidade escolar Cazuza Barbosa na cidade de Altos - Piauí: uma realidade**. Monografia (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina-PI, 2011.

MACEDO, Cristina Cândida de. **Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Itajubá, 2013. 188 f.

MACHADO, Daniel Iria.; NARDI, Roberto. Construção e validação de um sistema hiper-mídia para o ensino de Física Moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n.1, p. 90-116, 2007

MARTINS, Valéria Rosa. **O ensino de Física moderna nos livros didáticos do início do século XX**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2015. 90 f.

MEGGIOLARO, Graciela Paz. **A abordagem da dualidade onda-partícula em livros didáticos de Física do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) - Uni-

versidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2012. 198 f.

MOZENA, Erika Regina.; OSTERMANN, Fernanda. Editorial: Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n.2, p. 327-332, 2016.

NASCIMENTO, Fabrício do.; FERNANDES, Hylio Laganá.; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR**, Campinas, n. 39, p. 225-249, set. 2010 - ISSN: 1676-2584.

NETO, Jorge Megid.; PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de física do 20 grau no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, R. (Org.). **Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998. p. 5-20.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán.; RAMALHO, Betânia Leite.; SILVA, Ilka Karine P. da.; CAMPOS, Ana Paula N. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33(1), p. 1-11, 2003.

OSTERMANN, Fernanda.; MOREIRA, Marco Antonio. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Florianópolis, 2000a.

OSTERMANN, Fernanda.; MOREIRA, Marco Antonio. Física Contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, v.3, n. 18, p. 391-404, 2000b.

PIMENTEL, Jorge Roberto. Livros didáticos de Ciências: a Física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 3, p. 308-318, 2006.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel.; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiano.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o

contexto do Ensino Médio. **Revista Ciência e Educação**, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **A Educação crítico-reflexiva para um Ensino Médio científico tecnológico**: a contribuição do enfoque CTS para o ensino aprendizagem do conhecimento matemático. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel.; BAZZO, Walter Antonio. Uma experiência matemática sob o enfoque CTS: subsídios para discussões. **Revista Perspectiva**, Erechim, v. 28, p.33-49, 2004.

RIBEIRO, Amanda Amantes Neiva. **Contextualização no ensino de física**: efeito sobre a evolução do entendimento dos estudantes. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2009, 275 f.

RICARDO, Elio Carlos. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RICARDO, Elio Carlos.; FREIRE, Janaína. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 251-266. 2007.

ROSA, Cleci Werner da.; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 4 n. 1, 2005.

SANDRIN, Maria de Fátima Neves.; PUORTO, Giuseppe.; NARDI, Roberto. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10 (3), p. 281–298, 2005.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos.; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pres-

supostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio **Revista Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p. 110-132, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência e Ensino**, vol. 1, 2007.

SILVA, Munike Melgaço Batista da; GUARDA, Patrícia Martins; JUNIOR, Júlio Cesar Barreto Moreira; SANT'ANA, Nelson Junior. Importância da matemática no ensino da Física. **IV Congresso Nacional de Educação - CONEDU**, 2017.

SILVA, Gustavo Almeida e. **Fluorescência**: uma abordagem para o ensino de Física Moderna e contemporânea no ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Goiás, 2016. 84 f.

SILVA, Denilson Antonio Maia da. **Análise dos conteúdos termodinâmicos em livros de Química e Física do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2012. 116 f.

SILVA, José Pereira da. **Livro didático de Física**: qualidade e utilidade em sala de aula. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Paraíba, 2010. 117 f.

SOUZA, Tadeu Clair Fagundes de. **Avaliação do Ensino de Física**: um compromisso com a aprendizagem. Editora: EDIUPF, ISBN: 85-7515-063-4, 1 ed, 188p, 2002.

TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Categorização do nível de letramento científico dos alunos do ensino médio**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2007, 139 f.

TERRAZAN, Eduardo Adolfo. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. Tese (Doutorado)– Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1994. São Paulo: FEUSP, 241p.

TERRAZAN, Eduardo Adolfo. Inserção da Física Moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 209–214, 1992.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto.; SOARES, Paulo Antonio de Toledo.; PENTEADO, Paulo César Martins. **Física Ciência e Tecnologia: Eletromagnetismo, Física Moderna**. Editora: Moderna, 4ª ed, São Paulo, 2016.

VALADARES, Eduardo de Campos.; MOREIRA, Alysson Magalhães. Ensinando Física Moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 2, p. 121–135, 1998.

VIEIRA, Edimara Fernandes.; CAMARGO, Sérgio. Livro didático no ensino de Física: desafios e potencialidades. **XI Congresso Nacional de Educação**, Curitiba, 2013.

WHARTA, Edson José.; ALÁRIO, Adelaide Faljoni. A contextualização no ensino de Química através do livro didático. **Revista Química Nova na Escola**, n.22, novembro 2005.

YAMAMOTO, Kazuhito.; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o ensino médio: Eletricidade e Física Moderna**. Editora: Saraiva, 4ª ed, São Paulo, 2016.