

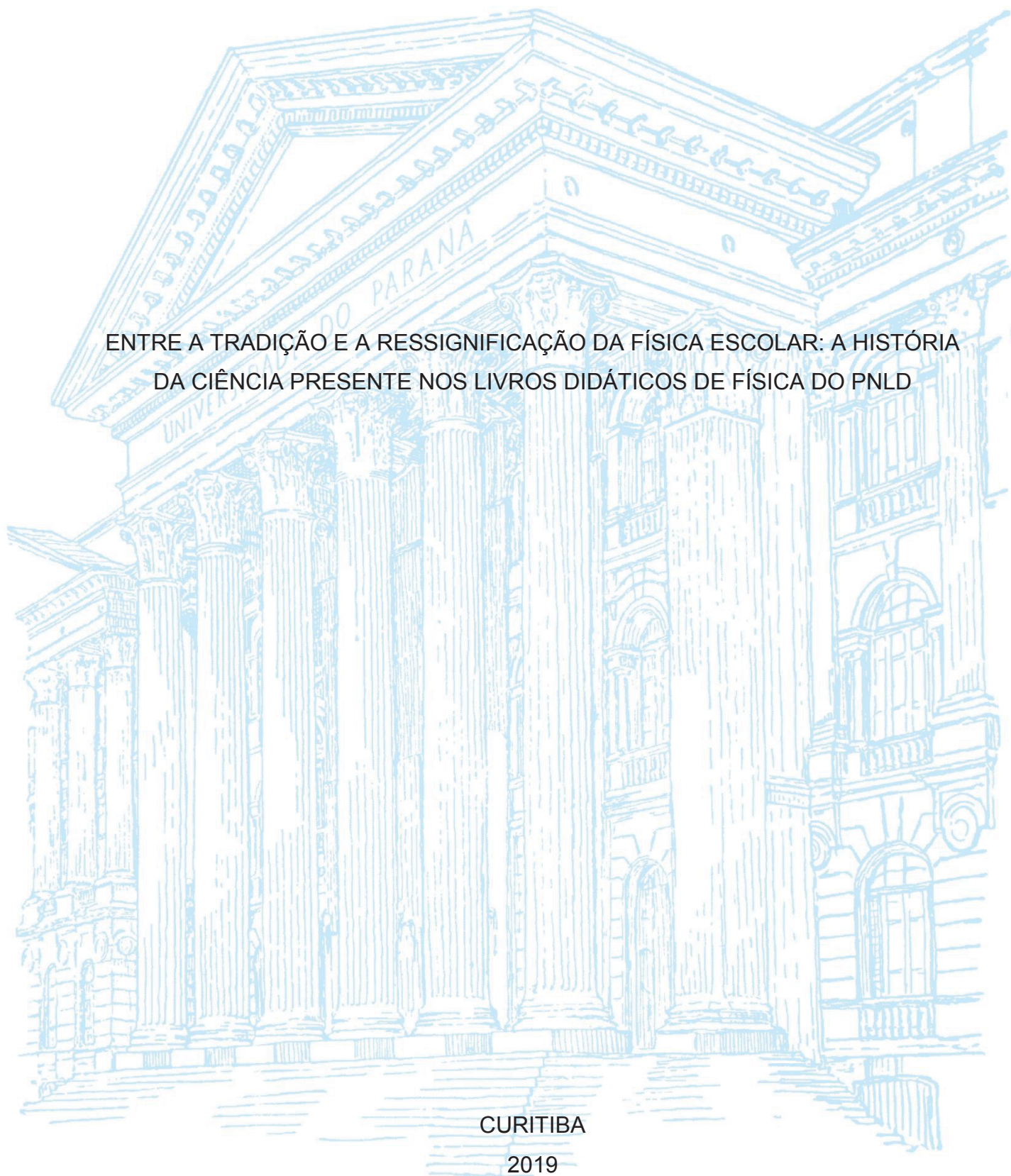
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO UNGERICH ROCHA

ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR: A HISTÓRIA
DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD

CURITIBA

2019



TIAGO UNGERICH ROCHA

ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR: A HISTÓRIA
DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DO PNLD

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

Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

CURITIBA
2019

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de
Bibliotecas/UFPR-Biblioteca do Campus Rebouças
Maria Teresa Alves Gonzati, CRB 9/1584
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rocha, Tiago Ungericht.

Entre a tradição e a resignificação da física escolar : a história da ciência presente nos livros didáticos de física do PNLD / Tiago Ungericht Rocha. – Curitiba, 2019.

370 f.

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

Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

1. Física – Estudo e ensino. 2. Livros didáticos – Física. 3. Ciência – História. 4. Programa Nacional do Livro Didático (Brasil). I. Título. II. Universidade Federal do Paraná.



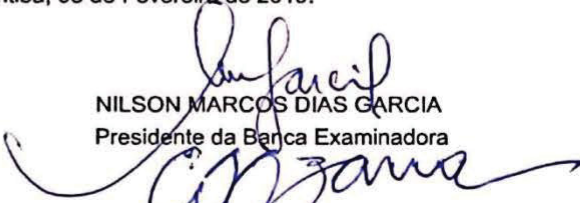
UFPR 165
ANOS DE CADAHO

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO -
40001016001P0

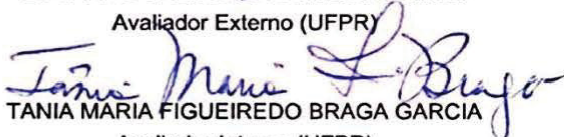
TERMO DE APROVAÇÃO


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Tese de Doutorado de **TIAGO UNGERICH ROCHA**, intitulada: **ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa. A outorga do título de Doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 08 de Fevereiro de 2019.


NILSON MARCOS DIAS GARCIA
Presidente da Banca Examinadora


EDUARDO SALLES DE OLIVEIRA BARRA
Avaliador Externo (UFPR)


TANIA MARIA FIGUEIREDO BRAGA GARCIA
Avaliador Interno (UFPR)


IRINÉA DE LOURDES BATISTA
Avaliador Externo (UEL)


ALISSON ANTONIO MARTINS
Avaliador Externo (UTFPR)


GUILHERME GABRIEL BALLANDE-ROMANELLI
Avaliador Externo (UFPR)



UFPR 75
ANOS DE ORGULHO

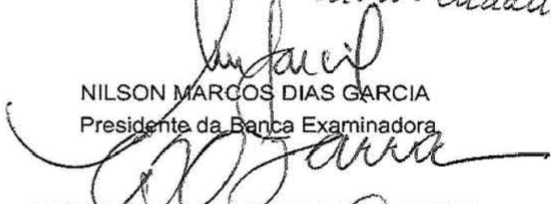
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO -
40001016001P0

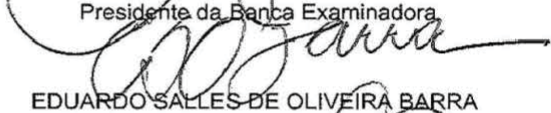
ATA Nº 326

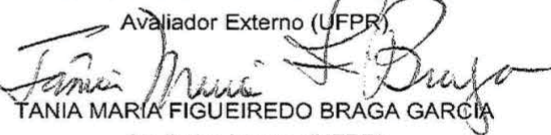
ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA TESE PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM EDUCAÇÃO.

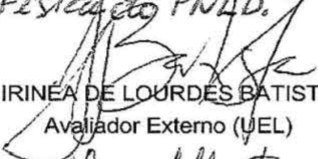
No dia oito de fevereiro de dois mil e dezenove às 14:00 horas, na sala 232-B, 2º pavimento, Edifício Teixeira Soares, Campus Rebouças do Setor de EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná, foram instalados os trabalhos de arguição do Doutorando **TIAGO UNGERICH ROCHA** para a Defesa Pública de sua Tese de Doutorado intitulada: **ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR: A HISTÓRIA DA CIÊNCIA PRESENTE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA**. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: NILSON MARCOS DIAS GARCIA (UTFPR), IRINEA DE LOURDES BATISTA (UEL), EDUARDO SALLES DE OLIVEIRA BARRA (UFPR), ALISSON ANTONIO MARTINS (UTFPR), TANIA MARIA FIGUEIREDO BRAGA GARCIA (UFPR), GUILHERME GABRIEL BALLANDE ROMANELLI (UFPR). Dando início à sessão, a presidência passou a palavra a(o) discente, para que o mesmo expusesse seu trabalho aos presentes. Em seguida, a presidência passou a palavra a cada um dos Examinadores, para suas respectivas arguições. O aluno respondeu a cada um dos arguidores. A presidência retomou a palavra para suas considerações finais. A Banca Examinadora, então, e, após a discussão de suas avaliações, decidiu-se pela aprovação do aluno. O Doutorando foi convidado a ingressar novamente na sala, bem como os demais assistentes, após o que a presidência fez a leitura do Parecer da Banca Examinadora. A aprovação no rito de defesa deverá ser homologada pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais do programa. A outorga do título de Doutor está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, **NILSON MARCOS DIAS GARCIA**, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos membros da Comissão Examinadora.

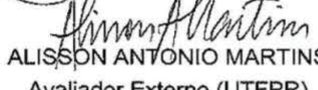
Observações: *A banca sugere que o título seja modificado acrescentando-se "do PNLD" ao seu final. Sugere também que o trabalho seja divulgado através de artigos em periódicos e publicações em livro. O título da tese ficará: "Entre a tradição e a ressignificação da Física escolar: a História da Ciência presente nos livros didáticos de Física do PNLD."*
Curitiba, 08 de Fevereiro de 2019.


NILSON MARCOS DIAS GARCIA
Presidente da Banca Examinadora


EDUARDO SALLES DE OLIVEIRA BARRA
Avaliador Externo (UFPR)


TANIA MARIA FIGUEIREDO BRAGA GARCIA
Avaliador Interno (UFPR)


IRINEA DE LOURDES BATISTA
Avaliador Externo (UEL)


ALISSON ANTONIO MARTINS
Avaliador Externo (UTFPR)


GUILHERME GABRIEL BALLANDE ROMANELLI
Avaliador Externo (UFPR)

Dedico esta tese à memória de minha avó Sibila Ungericht (1916-2000), a Oma. Embora as circunstâncias de sua vida não tenham permitido que pudesse estudar além de parte do curso primário, sua sabedoria de vida me deixou inúmeros ensinamentos, dentre os quais o gosto pela leitura e pelas coisas simples do dia a dia. Além da saudade, levo comigo o seu exemplo de pessoa e de perseverança diante das adversidades da vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Ao Contribuinte, pois graças à existência da Universidade Pública Brasileira pude realizar parte de meus estudos de graduação e a totalidade dos estudos de pós-graduação *stricto sensu*.

Ao professor Nilson Marcos Dias Garcia, meu orientador, pelo profissionalismo, pela amizade e confiança e por toda formação que pude receber ao longo dos últimos anos em suas aulas, no desenvolvimento das produções conjuntas e nas orientações que me permitiram chegar até aqui. Agradeço, inclusive, pelo apoio dado nos momentos difíceis que passei, em que precisei suspender as atividades acadêmicas para me submeter a tratamento de saúde.

Aos meus familiares e amigos mais próximos, pelo apoio dado nos últimos anos e pela compreensão de minhas ausências, motivadas sobretudo pelos estudos que realizei nos finais de semana, feriados e nos períodos de férias. Em especial, agradeço a minha mãe Aneta por ser a pessoa que esteve 100% comigo nessa empreitada, apoiando-me sempre que necessário.

À professora Tânia Braga Garcia, por sua generosidade ímpar e conduta profissional impecável, seja nas aulas das disciplinas do curso de doutorado em que tive o privilégio de ser seu aluno, seja nas atividades acadêmicas em que participei. Sou grato pelas sugestões e apontamentos críticos feitos em relação à minha pesquisa desde o seu início.

Aos meus colegas de Pós-Graduação Edilaine Vieira, Edna Souza e Marcelo Moraes pelo apoio e amizade. Ao Cristiano Carvalho, meu colega de doutorado e amigo, pela parceria construída ao longo destes anos de estudos. Em nossas conversas sobre nossas pesquisas muitas vezes surgia uma nova ideia, uma “luz para o fim do túnel”.

Aos meus colegas de trabalho, professores e funcionários administrativos do Departamento de Educação Básica, dos demais Departamentos e Setores da Secretaria de Estado da Educação do Paraná e dos Núcleos Regionais de Educação. Sou grato por tudo que aprendi e pela parceria estabelecida ao longo dos últimos anos. Em especial, agradeço também aos professores da rede estadual com quem mantive contato em momentos de formação continuada, por me lembrarem sempre da necessidade de se articular teoria com a prática pedagógica.

À banca de qualificação, pela leitura crítica e cuidadosa de meu trabalho. Por meio de importantes reflexões e apontamentos, a atuação de cada membro contribuiu para a continuidade do desenvolvimento desta pesquisa. Do mesmo modo, agradeço a todos os integrantes da banca de defesa pela leitura cuidadosa, pelo diálogo estabelecido na sessão pública de defesa e, sobretudo, pelas contribuições dadas para a finalização deste trabalho.

Aos colegas do Grupo de Estudos e Pesquisas em Ensino de Física – GEPEF/UTFPR e do Núcleo de Pesquisas em Publicações Didáticas – NPPD/UFPR pelos momentos de debate e aprendizado. Em especial, agradeço à Jussara Braga pelo apoio técnico na obtenção de material digitalizado, indispensável para minha pesquisa.

Aos amigos professores Silvaney de Oliveira e Adriane Ferrari, por terem me auxiliado na obtenção de exemplares dos livros didáticos analisados nesta pesquisa. Em especial, agradeço também à minha prima Denise Aparecida da Rocha por ter conseguido um exemplar da última coleção que me faltava para a realização deste trabalho.

À Nilva Conceição Miranda, minha amiga e colega de trabalho, por ter me auxiliado com suas leituras críticas nas revisões de traduções para a língua inglesa que foram necessárias.

Por fim, agradeço à equipe administrativa do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR pela dedicação e zelo no exercício de suas funções, desempenhadas de maneira impecável ao longo desses anos em que estive vinculado com discente.

Fazemos ciência com fatos assim como construímos uma casa com pedras, mas uma acumulação de fatos não é ciência assim como não é uma casa um monte de pedras.

Henri Poincaré

Uma nova verdade científica nunca triunfa por conseguir convencer os adversários, mostrando-lhes a luz, mas porque esses adversários morrem e surge uma nova geração para a qual essa verdade é familiar.

Max Planck

RESUMO

Os estudos em Manualística e em História das Disciplinas Escolares têm destacado a importância que o livro didático assume para a compreensão histórica da trajetória das disciplinas escolares. Com base em princípios advindos desses campos e na Didática das Ciências, propõe-se analisar se nas coleções de Física aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático - PNLD, as temáticas relativas à História da Ciência têm sido apresentadas de forma a transcender questões pontuais e metodológicas em direção às questões epistemológicas. A ressignificação da Física Escolar, cuja meta seja a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, encontra na História da Ciência uma provedora de recursos que contribuem para a abordagem de conteúdos metacientíficos, essenciais para uma formação voltada para a cidadania e historicamente marginalizados em função da perspectiva pragmática que a disciplina assumiu enquanto tradição consolidada no Brasil. Desse modo, analisar como se dá a sua presença nos livros didáticos de Física permite compreender em certa medida como este artefato cultural explicita em seu interior possíveis tensões do código disciplinar, sobretudo entre elementos visíveis de ressignificação curricular exigidos pelos editais de convocação do Ministério da Educação com aspectos que decorrem da tradição consolidada, em especial da prática docente. Os encaminhamentos metodológicos foram pautados pela análise documental relativa ao Programa Nacional do Livro Didático, tendo sido analisados os editais e portarias ministeriais, os instrumentos constituídos para avaliação pedagógica das coleções inscritas, o currículo acadêmico de cada profissional envolvido no processo de avaliação pedagógica, bem como as quatro coleções didáticas mais distribuídas na última edição do Programa. Dessa análise constatou-se que menos de um terço dos avaliadores têm alguma produção acadêmica relacionada à História da Ciência e que o instrumento constituído para avaliar as coleções inscritas não especifica claramente de que forma a História da Ciência deve nelas estar presente. A análise dessas coleções didáticas mostrou que a História da Ciência não tem sido privilegiada nos livros didáticos, limitando-se apenas a questões pontuais e metodológicas. Os resultados permitem concluir que a combinação dos aspectos apontados no processo de seleção do Programa Nacional do Livro Didático não garante que sejam aprovadas apenas coleções que atendam às recomendações expressas na pesquisa acadêmica sobre História da Ciência e ensino, evidenciando a força hegemônica da tradição estabelecida em relação ao ensino de Física, bem como as fragilidades estruturais no interior do próprio processo seletivo.

Palavras-chave: História da Ciência. História da Física Escolar. Programa Nacional do Livro Didático. Avaliação Pedagógica no PNLD. PNLD.

ABSTRACT

The studies in Manualistics and in the History of School Disciplines have highlighted the importance that the textbook assumes for the historical understanding of the trajectory of the school disciplines. Based on principles derived from these fields and in Science Didactics, it is proposed to analyze whether in the textbook collections of Physics approved in the National Textbook Brazilian Program - PNLD, the themes related to the History of Science have been presented in order to transcend specific and methodological issues towards epistemological questions. The re-signification of Physics discipline, whose goal is scientific literacy in the perspective as a social practice, finds in History of Science a resource provider that contributes to meta-scientific contents approach, essential for citizenship-oriented education and historically marginalized in pragmatic perspective that the discipline assumed as a consolidated tradition in Brazil. In this way, analyzing how its presence occurs in the textbooks of Physics allows us to understand, to a certain extent, how this cultural artifact explain internal possible tensions within the disciplinary code, especially among the visible elements of curricular re-signification required by the Ministry of Education notices with aspects that derive from the consolidated tradition, especially from the teaching practice. The methodological procedures were based on the documentary analysis of the National Textbook Brazilian Program. The Ministry of Education notices and ordinances were analyzed and so were the instruments which were constituted for pedagogical evaluation of the enrolled collections. The academic curriculum of each professional involved in the pedagogical evaluation process was also analyzed, as well as the four most distributed didactic collections in the last edition of the Program. From this analysis it was found that less than a third of the evaluators have some academic production related to the History of Science and that the instrument constituted to evaluate the enrolled collections does not specify clearly in what way the History of Science must be present in them. The analysis of these didactic collections showed that the History of Science has not been privileged in textbooks. These elements are only presented in specific and methodological questions. The results allow to conclude that the combination of the aspects pointed out in the selection process of the National Textbook Program does not guarantee that only collections that meet the recommendations expressed in the academic research on History of Science and teaching will be approved, evidencing the hegemonic force of the established tradition about Physics teaching, as well as the structural fragilities within the selection process itself.

Keywords: History of Science. History of Physics discipline. National Textbook Brazilian Program. Pedagogical Evaluation in PNLD. PNLD.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	–	FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2012	275
QUADRO 2	–	PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2012	276
QUADRO 3	–	FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2015	277
QUADRO 4	–	PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2015	279
QUADRO 5	–	FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2018	280
QUADRO 6	–	PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNL D 2018	281
QUADRO 7	–	DELIMITAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ANÁLISE	293
QUADRO 8	–	FÍSICA DO ÁTOMO: TÓPICOS ABORDADOS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS	294
QUADRO 9	–	PRESENÇA DE FONTES HISTÓRICAS PRIMÁRIAS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS	296
QUADRO 10	–	PRESENÇA DE FONTES HISTÓRICAS SECUNDÁRIAS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS	297
QUADRO 11	–	COLEÇÃO CD01: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA	307
QUADRO 12	–	COLEÇÃO CD02: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA	308
QUADRO 13	–	COLEÇÃO CD03: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA	310
QUADRO 14	–	COLEÇÃO CD04: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA	312

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	–	IES INSCRITAS PARA ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA – PNL D 2018	245
TABELA 2	–	COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA INSCRITAS E APROVADAS NO PNL D.....	250
TABELA 3	–	QUANTIDADE DE PÁGINAS DO LIVRO DO ESTUDANTE - FÍSICA	251
TABELA 4	–	PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNL D 2012.....	253
TABELA 5	–	PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNL D 2015.....	254
TABELA 6	–	PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNL D 2018.....	255
TABELA 7	–	COMPARATIVO ENTRE AS EDIÇÕES DO PNL D FÍSICA	281

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
BSCS	- <i>Biological Sciences Curriculum Study</i>
CBA	- <i>Chemical Bond Approach</i>
CEB	- Câmara de Educação Básica do Conselho Nacional de Educação
CEE	- Conselho Estadual de Educação
CFE	- Conselho Federal de Educação
CNE	- Conselho Nacional de Educação
CSN	- Companhia Siderúrgica Nacional
CTS	- Ciência-Tecnologia-Sociedade
DCE-PR	- Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino do Paraná
DCNEM	- Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
e-SIC	- Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão
ENEM	- Exame Nacional do Ensino Médio
EPEF	- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FAI	- Física Auto Instrutiva
FNDE	- Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional
FUNBEC	- Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
IBCEC	- Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IES	- Instituição Pública de Ensino Superior
INEP	- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Brasileiras Anísio Teixeira
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira
MEC	- Ministério da Educação
OCEM	- Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PBEF	- Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCN	- Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	- Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

PREMEN - Programa de Expansão e Melhoria do Ensino

ProUni - Programa Universidade para Todos

PSSC - *Physical Science Study Committee*

PUC-PR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

PUC-SP - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

SISU - Sistema de Seleção Unificado

SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física

UEB - Universidade do Estado da Bahia

UFABC - Universidade Federal do ABC

UFBA - Universidade Federal da Bahia

UFG - Universidade Federal de Goiás

UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto

UFPR - Universidade Federal do Paraná

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

USAID - *United States Agency for International Development*

USP - Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 A PROBLEMÁTICA E SUA JUSTIFICATIVA	20
1.2 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS	30
1.3 ESTRUTURA DA TESE	35
2 CONTRIBUIÇÕES DO CAMPO DA HISTÓRIA DAS DISCIPLINAS ESCOLARES PARA O ESTUDO DO CURRÍCULO E DO LIVRO DIDÁTICO	40
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CURRÍCULO E CULTURA ESCOLAR.....	41
2.2 CÓDIGO DISCIPLINAR, CURRÍCULO E TRADIÇÃO INVENTADA.....	44
2.2.1 Considerações epistemológicas sobre o conceito de disciplina escolar	44
2.2.2 O conceito de código disciplinar	48
2.3 O LIVRO DIDÁTICO COMO MANIFESTAÇÃO VISÍVEL DO CÓDIGO DISCIPLINAR	52
3 A PRESENÇA DA FÍSICA NO CURRÍCULO ESCOLAR BRASILEIRO: TRADIÇÃO, TRAJETÓRIA E DESAFIOS.....	58
3.1 O SURGIMENTO DA FÍSICA ESCOLAR NO CONTEXTO FRANCÊS	59
3.2 ESTABELECENDO A TRADIÇÃO: A FÍSICA NO CONTEXTO ESCOLAR BRASILEIRO	62
3.2.1 O ensino de Física no Brasil: das origens coloniais à Reforma Rocha Vaz.....	62
3.2.1.1 A incipiente educação científica no Brasil Colônia	62
3.2.1.2 Os rudimentos do ensino de Física desenvolvidos no Brasil Império	66
3.2.1.3 O ensino de Física na República Velha.....	71
3.2.2 A presença da Física no currículo escolar brasileiro: da Reforma Francisco Campos às implicações da Lei nº 5.692/1971	74
3.2.2.1 A presença da Física no currículo escolar sob a vigência da Reforma Francisco Campos	75
3.2.2.2 A presença da Física no currículo escolar sob a vigência da Reforma Capanema.....	81
3.2.2.3 Implicações da Lei nº 4.024/1961 para a presença da Física no currículo escolar.....	88
3.2.2.4 Implicações da Lei nº 5.692/1971 para o ensino de Física	92

3.3 A BUSCA PELA RESSIGNIFICAÇÃO: A FÍSICA ESCOLAR À LUZ DA NOVA LDB.....	102
3.3.1 Da nova Constituição à sanção da nova Lei de Diretrizes e Bases	102
3.3.2 Implicações da Lei nº 9.394/1996 para o ensino de Física	105
3.4 ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO CURRICULAR: O CÓDIGO DISCIPLINAR DA FÍSICA COMO SÍNTESE	117
4 GÊNESE E DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO CAMPO DE PESQUISA	130
4.1 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO CAMPO DE PESQUISA	130
4.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O OFÍCIO DO HISTORIADOR.....	135
4.3 O DESENVOLVIMENTO DA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA.....	141
4.3.1 A historiografia da Ciência até o final do século XIX.....	142
4.3.2 A historiografia da Ciência a partir do século XX.....	152
4.3.2.1 O internalismo e a obra de Koyré	154
4.3.2.2 A corrente externalista na História da Ciência	157
4.3.2.3 A querela externalismo <i>versus</i> internalismo.....	161
4.3.2.4 Fleck e a concepção de gênese e desenvolvimento do fato científico.....	165
4.3.2.5 Kuhn e sua concepção de história a partir do paradigma	171
4.3.2.6 A historiografia da ciência após Kuhn e as tendências atuais.....	177
4.3.3 Considerações finais sobre o desenvolvimento da História da Ciência ...	183
5 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES, IMPLICAÇÕES E DESAFIOS.....	185
5.1 ALFABETIZAÇÃO NA PERSPECTIVA DO LETRAMENTO COMO PRÁTICA SOCIAL: A META DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	185
5.2 UM RETROSPECTO DAS RELAÇÕES ENTRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	194
5.2.1 O contexto internacional ocidental	195
5.2.2 História da Ciência e ensino no contexto brasileiro	201
5.3 CONSIDERAÇÕES A PARTIR DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS	208
5.4 CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA AO ENSINO	216
5.5 IMPLICAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS	222
5.6 DESAFIOS PARA A PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.....	234

6 A PRESENÇA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ÂMBITO DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA	243
6.1 A ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA DAS COLEÇÕES INSCRITAS..	243
6.2 A PRESENÇA DO COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA NO PNLD	249
6.2.1 A oferta do componente curricular no PNLD: dados quantitativos	249
6.2.2 A etapa de avaliação pedagógica para o PNLD – Física	256
6.3 A PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO PROCESSO SELETIVO DO PNLD - FÍSICA	259
6.3.1 História da Ciência presente nos critérios eliminatórios específicos	260
6.3.2 História da Ciência presente nos indicadores das fichas de avaliação	265
6.3.3 O perfil dos avaliadores das coleções de Física inscritas no PNLD	273
6.3.4 Implicações para o processo de avaliação pedagógica das obras	283
6.4 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NAS COLEÇÕES DE FÍSICA APROVADAS PARA O PNLD 2018.....	288
6.4.1 Um panorama geral do PNLD 2018 a partir do Guia de Livros Didáticos.....	289
6.4.2 Presença de elementos de História da Ciência nas coleções mais distribuídas	292
6.4.3 Entre presenças e ausências: a História da Ciência nas coleções analisadas	314
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	320
REFERÊNCIAS	336
ANEXO 1 – CONSULTA e-SIC: QUANTIDADE DE IES CANDIDATAS PARA ATUAR NO PNLD 2018 (CHAMADA PÚBLICA Nº 42/2016 – MEC/SEB)	353
ANEXO 2 – CONSULTA e-SIC: COLEÇÕES INSCRITAS PARA ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA (PNLD 2012)	356
ANEXO 3 – CONSULTA e-SIC: QUANTIDADES DE LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DISTRIBUÍDOS (PNLD 2018).....	360
ANEXO 4 – CONSULTA e-SIC: CRITÉRIOS PARA IES ATUAREM COMO AVALIADORAS NO PNLD 2012.....	363
ANEXO 5 – CONSULTA e-SIC: CRITÉRIOS PARA IES ATUAREM COMO AVALIADORAS NO PNLD 2015.....	367

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho se insere no contexto de minha formação acadêmica e atuação profissional. Sou licenciado em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) e em Física pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Desde 2004 sou professor do Ensino Médio, lecionando na rede estadual de ensino do Paraná, bem como por alguns períodos em colégios particulares e em cursos preparatórios. Desde 2013 exerço a função técnico-pedagógica na sede da Secretaria de Estado da Educação do Paraná.

Meu interesse pela temática das abordagens contextuais no ensino de Ciências¹ se deu ainda no curso de graduação em Física. Àquele momento tive a oportunidade de ter o primeiro contato com as discussões realizadas na pesquisa em Ensino de Física que versavam sobre a importância de se considerar as contribuições da História e Filosofia da Ciência, do movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade, sobre a necessária atualização curricular a partir da inclusão de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, entre outros pontos. Compreendi, assim, que era necessário reorientar minha prática docente, no intuito de romper com as amarras da tradição escolar estabelecida em relação ao ensino de Física.

Em particular, as abordagens pautadas em contribuições advindas da História e Filosofia da Ciência e o debate da necessária efetivação da inserção de tópicos atualizados de Física no currículo escolar me motivaram a continuar os meus estudos. A inquietude despertada pela leitura de trabalhos produzidos no âmbito da pesquisa em Ensino de Física me motivou a prestar seleção para o mestrado em Educação em Ciências e em Matemática na UFPR, da qual fui selecionado ao final de 2010, ano em que conclui a graduação em Física.

No mestrado tive a oportunidade de aprofundar os estudos sobre Didática das Ciências, Epistemologia, Formação de professores de Ciências, entre outros temas. Baseado nas duas temáticas que tinham despertado o meu interesse ao longo do curso de Física - a utilização da abordagem histórico-filosófica da ciência no ensino de Física e a presença de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no currículo - desenvolvi projeto de pesquisa que culminou num estudo de caso com

¹ Neste trabalho, **Ensino de Ciências** será entendido como o ensino das disciplinas de Física, Química e Biologia.

vistas a compreender o potencial que a abordagem histórico-filosófica apresentaria para o ensino de Física Quântica. Os estudos decorrentes da revisão de literatura levaram à produção de uma unidade didática para ser trabalhada em sala de aula (doze aulas).

Intitulada *Física Quântica e a compreensão da estrutura da matéria*, a proposta didática foi desenvolvida em 2011 numa turma de Ensino Médio de um colégio estadual da Região Metropolitana de Curitiba. Tal unidade foi embasada na literatura acadêmica e constituída como alternativa à ausência de produções que abordassem essa temática numa perspectiva que valorizasse aspectos relacionados à Natureza da Ciência, ainda que tenha se desenvolvido apenas numa perspectiva internalista.

A produção e o desenvolvimento da unidade didática foram cruciais para a escrita da dissertação que recebeu o título *As contribuições da História e Filosofia da Ciência para o ensino de Física Quântica na Educação Básica* (ROCHA, 2013). Por meio daquele trabalho busquei compreender na prática em que medida as contribuições elencadas na literatura acadêmica acerca da História e Filosofia da Ciência eram perceptíveis no ensino de Física. A partir dos dados coletados (registros dos estudantes, diários de bordo do professor e do pesquisador) foi possível inferir que, de fato, a presença de elementos de História e Filosofia da Ciência no ensino tende a ser benéfica para a formação dos estudantes, sobretudo na inserção de novos tópicos no currículo escolar.

O desenvolvimento da proposta didática *Física Quântica e a compreensão da estrutura da matéria* possibilitou compreender uma série de questões de ordem prática que se colocam ao trabalho docente, quando esse se dispõe a abordar os conteúdos de Física numa perspectiva histórico-filosófica. Essas questões abarcam um espectro que vai desde questões operacionais (planejamento e desenvolvimento da proposta) até questões epistemológicas intrínsecas ao ensino de Física e relacionadas à organização curricular, bem como referentes à existência de material didático de qualidade.

Em função de novas questões e inquietações que emergiram a partir da conclusão do curso de mestrado, iniciei a elaboração de uma proposta de pesquisa em nível de doutoramento, com vistas a aprofundar algumas relações constituintes do pano-de-fundo em que se processa o atual ensino de Física. Para tal, mantive o foco

investigativo em torno da História da Ciência com vistas a compreender, a partir do livro didático, questões relacionadas à especificidade da disciplina escolar Física.

1.1 A PROBLEMÁTICA E SUA JUSTIFICATIVA

A discussão sobre a importância de se promover abordagens contextuais no ensino de Ciências tem se intensificado em âmbito internacional nas últimas décadas, sobretudo motivada em função da crise de significação que afetou o ensino de então. Nesse sentido, a literatura acadêmica passou a destacar o potencial pedagógico que abordagens pautadas na História da Ciência apresentariam ao ensino, dentre as quais se destacam a abordagem histórico-filosófica da ciência e a abordagem pautada pelo enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Dentre as reflexões e inquietações que surgiram ao final do meu curso de mestrado, foi possível destacar a baixa presença de publicações com propostas efetivas de inserção de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física, o papel desempenhado pela tradição escolar em sala de aula, bem como a pouca presença de elementos históricos na abordagem de Física Quântica nas coleções que integraram o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2012, objeto de análise de então. Esses pontos suscitaram o interesse em compreender com mais profundidade aspectos da trama de relações que constituíram o pano-de-fundo da pesquisa realizada no mestrado.

No estudo de caso da pesquisa citada observou-se reações diversas na turma, motivadas em grande parte pela forma como os trabalhos foram conduzidos. Dentre as reações observadas e registradas no diário de bordo do pesquisador, ainda que de forma minoritária, notou-se uma espécie de boicote ao trabalho realizado. Interpretado posteriormente como uma reação às mudanças no desenvolvimento das aulas de Física, que àquele momento deixaram de seguir procedimentos-padrões, tais como exposições teóricas seguidas de resolução de exercícios (preferencialmente testes de vestibular), o boicote evidenciou que a tradição escolar poderia representar um obstáculo para o desenvolvimento de abordagens contextuais nas aulas de Física.

Tal questão motivou-me a olhar para a Física Escolar em sua constituição histórica. Afinal, ainda que sofram mudanças, os processos desenvolvidos no interior da escola tendem a ser reproduzidos ao longo do tempo, pois seguem a lógica interna

da instituição (organização em tempos, espaços, etc.), bem como as exigências e demandas apresentadas para a escola. Nesse sentido, não seria possível avançar nas reflexões sem adentrar no campo da História das Disciplinas Escolares. Num levantamento bibliográfico inicial, nesta perspectiva não foram identificados trabalhos que discutissem especificamente a Física Escolar no contexto brasileiro, fato que me motivou a proceder à reconstrução de seus principais aspectos constituintes, em função da análise de documentos normativos, de legislações e de produções acadêmicas.

Em função da expansão da oferta do Ensino Médio no Brasil nas últimas décadas, foram publicados documentos curriculares que incorporaram em seu discurso a necessidade de se promover uma ressignificação do ensino da Física Escolar, na tentativa de desvincular sua imagem de uma finalidade voltada apenas aos exames vestibulares. Esses documentos expressam tendências discutidas na pesquisa acadêmica em Ensino de Física, que ressaltaram a importância de se levar os conhecimentos do campo de referência para um público mais amplo, numa perspectiva de formação cidadã.

Entende-se que uma escolarização voltada para a cidadania deve desenvolver nos estudantes o senso crítico, com vistas à tomada de decisões nas diferentes situações que surgirão ao longo de suas vidas. Para tal, é fundamental propiciar a compreensão da dimensão socio-histórica da existência humana, das interações entre o ser humano com o meio, das formas de apreensão do real, entre outros elementos. Assim, o ensino das disciplinas escolares pode contribuir na construção de uma visão de mundo crítica, em que conhecimentos escolares possam ser a base para a tomada de decisões, cujos impactos sejam pautados pela Ética, refletindo assim valores como a solidariedade e a sustentabilidade. Nesse sentido, a Física não pode se omitir de contribuir no processo de escolarização, tendo em vista que também é parte constituinte da cultura humana e cujo conhecimento produzido historicamente se insere nas relações sociais e econômicas engendradas ao longo do tempo.

Contudo, não se pode negar o peso que a tradição exerce em relação à escola. No que se refere à Física Escolar, inúmeros trabalhos têm apontado aspectos constituintes do seu ensino nos últimos anos, destacando a força que determinadas práticas ainda exercem no cotidiano de sala de aula. Os próprios documentos curriculares recentes fazem um balanço nesse sentido.

Em paralelo a isso, tem-se observado que aspectos operacionais decorrentes da expansão do Ensino Médio têm tensionado as políticas públicas referentes à Educação Básica², sobretudo na estruturação dessa etapa de escolarização, historicamente marcada pela terminalidade dual: preparação ao ensino superior *versus* formação técnico-profissionalizante. Nesse sentido, a oferta da Física Escolar foi e continua sendo caracterizada pela ausência significativa de professores com formação específica na disciplina, ao passo que sua oferta tem sido pautada por encaminhamentos didático-metodológicos voltados em grande parte para a preparação dos estudantes ao vestibular.

Com isso, a oferta da Física no currículo escolar tem sido tensionada, não num sentido de desconsiderá-la enquanto conhecimento socialmente legitimado, mas em relação a que grupos sociais se destinaria. A discussão sobre a sua relevância social para a formação escolar precisa ser trazida à tona, tendo em vista que muitos estudantes tem em sua escolarização básica a única oportunidade de acesso aos conhecimentos historicamente sistematizados da Física.

Para tal, entende-se a necessidade de se garantir a oferta do ensino da Física Escolar pautado pela **interdisciplinaridade**, princípio que reconhece na disciplina escolar o elemento basilar para a constituição de relações de significação; e pela **contextualização**, princípio em que relações entre conhecimentos escolares e o cotidiano sejam estabelecidas. A incorporação destes princípios seria parte de um processo de ressignificação curricular, essencial numa perspectiva de universalização do acesso à escolarização. Com isso, o ensino de Física Escolar pode contribuir de forma efetiva para uma formação cidadã, que não implicará por sua vez na marginalização de segmentos sociais, tal como ocorre, por exemplo, numa lógica propedêutica, ainda hegemônica mesmo num contexto de escolarização de massas.

Nesse sentido, a História da Ciência se destaca pelo potencial que apresenta ao ensino de Física, tendo em vista que aspectos defendidos na literatura relacionados à Natureza da Ciência e da atividade científica, essenciais para propiciar

² De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013a), atualmente denomina-se **Educação Básica** o período de escolarização obrigatória, composto pelas etapas Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Embora as discussões realizadas neste trabalho sobre o ensino de Ciências sirvam também para o Ensino Fundamental, a análise se direciona ao Ensino Médio, pois representa a etapa em que a Física Escolar encontra-se presente, inserido na área de Ciências da Natureza. Embora o Ministério da Educação e o Conselho Nacional de Educação atualmente utilizem a expressão “componente curricular” em seus documentos, neste trabalho a Física será entendida como uma disciplina escolar.

uma formação para o exercício efetivo da cidadania, dependem de elementos advindos desse campo³. A forma como se dá presença da História da Ciência no ensino de Física fornece indícios para a compreensão de como tem se processado a sua ressignificação curricular enquanto disciplina.

No contexto educacional brasileiro merece destaque o papel desempenhado pelo livro didático, considerado como um artefato da cultura escolar (GARCIA, 2013) que historicamente foi determinado, determinou e continua determinando o currículo escolar. O livro didático materializa a seleção cultural, bem como explicita as intenções em torno dessa seleção, sendo o principal recurso que o professor dispõe para a preparação de suas aulas, assumindo papel fundamental no ensino de muitas disciplinas escolares.

Entendendo que a importância de se olhar para o livro didático reside em dois pontos, deve-se ter em conta que, em primeiro lugar, esse artefato assume o status de fonte histórica, permitindo a compreensão de elementos subjacentes a uma cultura de ensino formatada num dado período histórico. Nesse sentido, a análise de livros didáticos antigos em conjunto com outros documentos permite reconstruir parte dos elementos que caracterizaram um dado contexto educacional.

Outro aspecto presente no livro didático é que, enquanto artefato, ele materializa as tensões presentes no campo do currículo, sobretudo relacionado à disciplina escolar a que ele designa. O olhar para o livro didático quando guiado por um referencial teórico adequado permite dele extrair uma série de elementos subjacentes ao processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, tal análise pode subsidiar a compreensão do processo atual de ensino, em especial relacionado à Física Escolar.

É importante destacar que, assim como o livro didático representa um artefato cultural, o qual contempla uma dada seleção estruturada nos moldes de uma disciplina escolar, ele também se caracteriza como uma mercadoria, possuindo assim um valor econômico. Quanto considerado em termos de políticas públicas de distribuição de materiais, tal aspecto assume uma forte conotação, na medida em que é a razão pela

³ Nesse sentido tomou-se como referência o trabalho de Condé (2017) que busca, a partir das contribuições de Ludwik Fleck e Thomas Kuhn, mostrar a historicidade da ciência como um conceito unificador, que supera as limitações epistemológicas decorrentes da compreensão da ciência em sua dimensão histórica a partir do embate entre internalistas e externalistas.

qual autores e editoras se inscrevem nos processos de seleção organizados pelo MEC.

O PNLD consiste numa política de âmbito nacional que se caracteriza pela avaliação e distribuição de coleções de livros didáticos aos estudantes da Educação Básica matriculados em estabelecimentos públicos de ensino. Esse Programa tem como objetivo principal fornecer materiais que subsidiem o trabalho pedagógico dos professores, tendo em vista o reconhecimento da importância do livro didático no contexto brasileiro (BRASIL, 2011c).

Criado em 1985, o PNLD inicialmente esteve voltado para a distribuição de coleções didáticas aos estudantes do Ensino Fundamental (antigo 1º Grau). No contexto de expansão da oferta obrigatória do Ensino Médio, a partir de 2004 iniciou-se o processo de avaliação de livros didáticos para essa etapa de ensino no âmbito do recém-criado Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), iniciando-se assim a ampliação gradual da política nacional de distribuição de livros didáticos. Os primeiros livros de Língua Portuguesa e Matemática para estudantes da 1ª série do Ensino Médio foram distribuídos pelo PNLEM em 2005, seguidos pelos de Biologia, História e Química. Pela primeira vez, em 2009 foram distribuídos livros didáticos de Física aos estudantes das escolas públicas (BRASIL, 2014a).

Com a publicação do Decreto nº 7.084/2010 pelo MEC, ficou regulamentado o processo de avaliação e distribuição de materiais didáticos para todo o país, destinados às etapas do Ensino Fundamental e Médio no âmbito do PNLD. Organizado em função de três níveis (Ensino Fundamental – Anos Iniciais, Ensino Fundamental – Anos Finais e Ensino Médio), as edições do PNLD se alternam desde então, de modo que a cada triênio cada nível seria contemplado pelo Programa.

Em linhas gerais, para cada edição o MEC publica edital de chamamento para as editoras interessadas em submeter para avaliação coleções didáticas para o nível de ensino, objeto de convocação. Após o processo de análise e aprovação das obras por meio da avaliação, o MEC produz um guia específico em que são apresentadas as resenhas das coleções aprovadas. De posse do guia e no período determinado, as escolas procedem à escolha das coleções que melhor atendam às necessidades de seu projeto político pedagógico, sobretudo em função de suas propostas pedagógicas curriculares.

Com base no Decreto nº 7.084/2010, o PNLD 2012 se tornou a primeira edição voltada exclusivamente para o Ensino Médio, incorporando assim o PNLEM

de forma definitiva. Nesse sentido, o PNLD 2012 buscou superar a fragmentação na distribuição de coleções das diferentes disciplinas que marcou o PNLEM. Nessa edição foram contemplados os componentes curriculares Língua Portuguesa, Matemática, Geografia, História, Física, Química, Biologia, Sociologia, Filosofia e Língua Estrangeira Moderna. Na segunda edição⁴ do Programa para o Ensino Médio (PNLD 2015), o componente curricular Arte passou a ser também contemplado e, recentemente, foram distribuídas as coleções didáticas escolhidas no âmbito da terceira edição (PNLD 2018).

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

A Física Escolar passou a ser contemplada pelo PNLD na última década, estando presente nas três distribuições realizadas para as escolas⁵ públicas brasileiras, que puderam escolher as coleções que mais se aproximariam de suas propostas pedagógicas curriculares. Nesse sentido, olhar para esse Programa enquanto política pública de distribuição de livros implica em compreender em que medida esses artefatos culturais têm chegado a 71% das escolas brasileiras que ofertam o Ensino Médio (BRASIL, 2018).

No que se refere à recente presença da Física no PNLD é possível afirmar que houve melhorias na qualidade dos livros didáticos disponibilizados às escolas. Isso decorreu do atendimento, por parte dos autores e editores, às exigências impostas pelo MEC via edital de seleção. No geral, as coleções aprovadas em cada edição passaram a articular a interdisciplinaridade, a contextualização, a presença de

⁴ Convém destacar que nessa edição do Programa foram selecionados também coleções em formato digital, cuja análise não será feita neste trabalho.

⁵ Com base nos dados apresentados pelo Censo 2017 (Brasil, 2018), é possível ter uma ideia da dimensão da presença desse Programa. Em sua última edição, o Censo destaca que, das 28.558 escolas brasileiras que ofertam o Ensino Médio, 20.237 são escolas públicas, representando 71,0% do total (sendo que 68,2% são colégios estaduais). O referido documento destaca ainda que nessa etapa de ensino estão matriculados 7.930.384 estudantes, sendo que 87,8% desse total encontra-se vinculado às redes públicas de ensino.

atividades experimentais, entre outras exigências. Também passaram a dar mais ênfase para a presença da História da Ciência.

É em relação a esse último aspecto que o presente trabalho visa analisar com mais profundidade. Em estudos anteriores⁶, foi constatado que ainda que se fizesse presente, a História da Ciência não era utilizada em seu potencial nas coleções aprovadas no PNLD 2012, ficando aquém da recomendação expressa na literatura especializada a respeito. Cabe ressaltar que, naquele momento, não havia sido feito um estudo para a compreensão das possíveis causas desse cenário.

Embora o PNLD em suas exigências expressas nos editais venha somar-se às políticas públicas educacionais desenvolvidas no Brasil, que visam promover uma educação de qualidade buscando dialogar com as necessidades contemporâneas, não se pode ignorar a existência de tradições estabelecidas em relação à escola, sobretudo no ensino das disciplinas escolares. No caso da disciplina Física, desde a sua introdução nos currículos brasileiros, em geral ela esteve voltada à preparação para os exames admissionais ao nível superior. Tal como conhecidas no contexto brasileiro, as características que definem a Física como disciplina escolar tiveram sua origem na França do final do século XVIII, sendo materializadas nos livros didáticos a partir do século XIX, se mostrando em grande medida presentes no contexto escolar da atualidade, desconsiderando inclusive todo um processo de reorientação epistemológica que ocorreu nos séculos seguintes.

Nesse sentido, entende-se que a tradição consolidada em relação ao ensino de Física representa um importante elemento a ser considerado na efetivação das proposições provenientes da pesquisa acadêmica, que visam promover a ressignificação necessária no intuito de que a Física Escolar possa contribuir na escolarização básica da população em geral, com vistas a contribuir na sua formação cultural. Ainda que o PNLD se proponha a incorporar elementos defendidos pela área da pesquisa em Ensino há décadas, o livro didático aprovado pelo Programa representa a materialidade de tensões entre as demandas provenientes da pesquisa em Ensino com o próprio ensino de Física, constituído ao longo de sua história enquanto disciplina escolar.

Com base nesses pressupostos e tomando a presença da História da Ciência nas coleções aprovadas como um importante indicativo de ressignificação curricular,

⁶ Rocha (2013, 2017).

indagou-se **em que medida os critérios estabelecidos pelo edital do PNLD dialogam com a legislação vigente, permitindo que a organização dos livros didáticos de Física possa transcender questões pontuais e metodológicas em direção a questões epistemológicas.** Essa indagação constituiu, portanto, o problema que instigou a investigação.

De antemão, é possível supor que respostas para esse problema são complexas, pois envolvem, além de questões situadas no âmbito da Didática da Física, a compreensão dos mecanismos subjacentes ao processo seletivo do PNLD, de modo a investigar a presença de exigências relacionadas à História da Ciência e como essas se articulam com o processo como um todo. Objetivou-se assim compreender como as coleções didáticas aprovadas no PNLD estão se propondo a apresentar o conhecimento físico por meio das contribuições advindas da História da Ciência e se estas de fato possibilitam o seu ensino nessa direção.

Neste trabalho foi tomado por base o conceito de **código disciplinar**, categoria heurística que permite compreender que as disciplinas escolares são estruturas mutáveis, que se ajustam ao longo do tempo. Proposto por Raimundo Cuesta Fernández⁷(1997, 1998, 2003), esse conceito permitiu compreender a disciplina escolar de Física como uma tradição social configurada historicamente, definida em função de elementos visíveis (documentos normativos, livro didático, etc.), bem como em função de elementos invisíveis (práticas docentes, por exemplo).

No caso da Física é possível considerar, com base em Santos (1990) e em Lopes (2007), que o ritmo da transformação é lento, sobretudo em função da estabilidade e do prestígio social que o campo de referência assumiu nos últimos séculos. Nesse sentido, parte dos elementos visíveis do código disciplinar da Física sofreu mudanças no contexto brasileiro das últimas décadas, ao passo que os elementos invisíveis manifestados no interior das escolas se mantêm resistentes e fiéis à tradição constituída ao longo do tempo.

A forma como a presença de elementos da História da Ciência se dá no ensino de Física permite compreender alguns aspectos relacionados ao papel da disciplina na formação de estudantes. Vista como desnecessária numa educação científica

⁷ Considerado um importante pesquisador do campo de História das Disciplinas Escolares no contexto espanhol, Raimundo Cuesta Fernández tem uma vasta produção bibliográfica. Apesar do autor ser conhecido no contexto brasileiro pelos seus dois sobrenomes, sua produção será referenciada neste trabalho em função do primeiro sobrenome (Cuesta), tendência observada em suas assinaturas na maior parte de suas publicações.

voltada para a formação de futuros cientistas (KUHN, 1979, 2007), frequentemente a História da Ciência foi tomada como provedora de elementos motivadores, anedóticos, complementares ao ensino propedêutico, não desempenhando a função de conteúdo. Com as discussões realizadas nas últimas décadas, entendeu-se também que, tomada numa perspectiva historiográfica contemporânea⁸ e inserida nas aulas de Ciências, suas contribuições potencializam abordagens que valorizem a compreensão de aspectos da Natureza da Ciência e da atividade científica, indispensáveis para uma formação cidadã, dentre outros elementos.

Assim, considera-se que a compreensão dos mecanismos que garantem a presença de elementos da História da Ciência no processo seletivo do PNLD, bem como os modos que as coleções mais distribuídas na última edição do Programa se propõem a apresentar esses elementos, apresentam indícios de como a ressignificação curricular, necessária para que a Física Escolar faça sentido na Educação Básica, tem sido assimilada pelo livro didático. Entende-se que esse artefato cultural carrega consigo as tensões entre as atuais demandas formativas da escolarização básica e a própria trajetória histórica da Física enquanto disciplina escolar, voltada sobretudo para fins utilitários.

Desse modo, assume-se neste trabalho como hipótese que **o livro didático representa a materialização de tensões entre elementos visíveis e invisíveis do código disciplinar da Física, engendradas em parte pela dimensão econômica associada ao PNLD e que se desdobram em função da concorrência pautada pelo processo democrático de adesão das escolas públicas, em que as coleções são escolhidas a partir dos interesses locais.** A análise da presença da História da Ciência nesse artefato cultural permitiu compreender em que medida essas tensões se dão.

Para tal, se faz necessário compreender o papel da História da Ciência na estrutura do PNLD desde os editais de convocação até a publicação do Guia de Livros Didáticos, material disponibilizado para os professores no momento da escolha e que contém uma resenha de cada coleção aprovada. Pretende-se mostrar que possíveis tensões entre presenças e ausências de elementos relativos à História da Ciência

⁸ Por **perspectiva historiográfica contemporânea em História da Ciência** entende-se o conjunto de pressupostos epistemológicos subjacentes ao campo de pesquisa tomados na atualidade e que consideram a historicidade na compreensão da dimensão histórica da ciência. Esta discussão será ampliada no quarto capítulo.

decorrem de brechas que a estrutura do processo de seleção do PNLD apresenta, bem como do perfil acadêmico da equipe técnica responsável pela avaliação das obras inscritas, implicando assim na hegemonia do código disciplinar da Física moldado ao longo do século XX no contexto brasileiro.

Nesse contexto, esta pesquisa se justifica por dois argumentos centrais. Por um lado, é essencial promover mudanças no código disciplinar hegemônico da Física, de modo que essa disciplina possa contribuir no processo de escolarização atual. Hoje em dia muitos estudantes que chegam ao Ensino Médio encontram nas aulas de Física a única oportunidade de acesso aos conhecimentos sistematizados desse campo do conhecimento e, por conta da tradição hegemônica, parte acaba sendo marginalizada em função do papel que a disciplina ainda desempenha no currículo escolar: conteúdos ultrapassados, instrumentalizados, descontextualizados, desprovidos de reflexões epistemológicas, históricas ou sociais, servindo apenas para a prestação dos exames de acesso ao Ensino Superior. Nesse sentido a presença da História da Ciência, aliada a uma reflexão crítica em torno dos tópicos de Física a serem abordados no currículo e dos encaminhamentos metodológicos realizados em sala de aula, deve ser entendida como essencial para contribuir na formação humana e integral do estudante, com vistas ao exercício de sua cidadania.

Por outro lado, considerando que a presença das contribuições da História da Ciência no ensino de Física dependa essencialmente da existência de material didático de qualidade e que, no contexto brasileiro, o livro didático tem representado a principal fonte disponível ao professor para o preparo de suas aulas, é fundamental que políticas públicas de distribuição de livros sejam aperfeiçoadas em função das exigências apontadas pela pesquisa acadêmica, com vistas a melhorar a qualidade do ensino. Ressalta-se aqui a importância que esse artefato cultural assume no contexto da educação brasileira, sobretudo quando considerado como o principal recurso que os professores dispõem para a preparação de suas aulas. Nesse sentido, ainda que não seja um fator exclusivo, entende-se que a qualidade do livro didático interfere de forma significativa no trabalho em sala de aula.

Em função do investimento público feito na distribuição de coleções didáticas de Física ao longo dos últimos dez anos (PNLEM 2009, PNLD 2012, PNLD 2015 e PNLD 2018), é imperativo que esses materiais apresentem subsídios atualizados e coerentes com as tendências epistemológicas contemporâneas e estejam em sintonia com os pressupostos consensuais da pesquisa em Ensino de Física, isto é, que

apresentem também atividades que instiguem a reflexão sobre aspectos relacionados à Natureza da Ciência e à atividade científica, não se limitando à resolução de exercícios que envolvam apenas a aplicação do conhecimento científico. Desse modo, o ensino de Física pode contribuir para a formação de visões epistemologicamente adequadas nos estudantes do Ensino Médio, em particular para aqueles que terão apenas nessa etapa de escolarização a oportunidade de ter acesso a esses conhecimentos.

1.2 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

A opção metodológica assumida nessa pesquisa foi a **pesquisa documental**⁹, pois é na investigação de materiais relativos ao PNLD que foi possível obter elementos basilares para responder ao problema de pesquisa, visando assim compreender em que medida recomendações referendadas pela literatura acadêmica acerca do papel da História da Ciência para o ensino de Física se expressam nas coleções aprovadas.

No intuito de compreender os mecanismos subjacentes à estrutura do PNLD em sua etapa convocatória, foram elencadas as seguintes questões norteadoras para o processo de investigação:

- Como a História da Ciência se encontra presente nos editais de convocação para cada edição do PNLD em que a Física foi contemplada?
- De que forma a História da Ciência se expressa enquanto exigência obrigatória nos instrumentos de avaliação utilizados na etapa de avaliação pedagógica das coleções de Física inscritas ao longo das três edições?
- Que produção histórica tem sido evidenciada nas coleções didáticas aprovadas de Física na última edição do PNLD?

⁹ Por pesquisa documental será tomado como o entendido por Gil (2002). Esse autor destaca que o principal aspecto que a diferencia da pesquisa bibliográfica – ainda que metodologicamente sejam parecidas - está relacionado à natureza da fonte a ser estudada. Na pesquisa documental se estudam documentos de “primeira mão”, isto é, fontes que ainda não passaram por nenhum tratamento analítico. De acordo com Gil (2002), são vantagens dessa modalidade de pesquisa o fato de seu objeto de análise consistir numa base rica e estável de dados e seu desenvolvimento ser de baixo custo. Neste trabalho em particular, essa opção se justifica em função da natureza do conjunto de fontes selecionadas para análise, em que se destacam alguns documentos curriculares, os editais do PNLD e as coleções didáticas aprovadas no PNLD 2018.

Assim, com vistas a investigar tais questões norteadoras, esta pesquisa tomou por material empírico documentos relacionados ao PNLD, coleções didáticas de Física aprovadas no PNLD 2018, bem como currículos acadêmicos dos sujeitos envolvidos no processo de avaliação das obras. Nesse sentido, foram elencados os seguintes documentos para constituir objetos de análise nesta pesquisa: (i) os editais das três edições realizadas do PNLD para o Ensino Médio; (ii) as fichas de avaliação pedagógica utilizadas para avaliar as coleções inscritas no processo de seleção ao longo das três edições do Programa; (iii) os currículos Lattes dos avaliadores das coleções de Física em cada edição do PNLD; (iv) coleções didáticas de Física aprovadas no PNLD 2018.

Da análise dos editais de convocação e das exigências relativas à presença da História da Ciência, foi explicitada a etapa de avaliação pedagógica das coleções inscritas, com vistas a compreender como as contribuições desse campo encontram-se presentes nos instrumentos de avaliação, bem como esses podem ser interpretados pelos avaliadores em sua utilização. Por fim, foi feita a análise de um recorte temático em coleções didáticas de Física aprovadas e distribuídas no PNLD 2018, pois entende-se que tal análise tende a corroborar com as reflexões acerca do processo de avaliação pedagógica das coleções inscritas.

Essencialmente, os procedimentos metodológicos propostos nesta pesquisa pretenderam:

- a. Compreender como se desenvolveu o processo de chamamento público para a inscrição de coleções didáticas de Física para cada uma das três edições em que o componente curricular foi contemplado;
- b. Traçar um panorama em termos quantitativos a partir dos editais, portarias e circulares do Fundo Nacional de Desenvolvimento Educacional (FNDE) acerca das coleções aprovadas de Física (percentual de coleções aprovadas, percentual em termos de adoção, características gerais de cada coleção, etc.);
- c. Situar a presença da História da Ciência enquanto exigência obrigatória nos critérios específicos referentes à Física em cada edital de chamamento, bem

como estabelecer comparativos entre as três edições¹⁰ em que a Física foi contemplada no âmbito do PNLD (2012, 2015 e 2018);

- d. Identificar como os critérios específicos relacionados à História da Ciência se expressaram nos indicadores contidos nas fichas de avaliação elaboradas para serem utilizadas pela equipe técnica no processo de avaliação das coleções inscritas em cada edição, bem como compreender possíveis implicações de ordem prática decorrentes da estruturação de cada indicador;
- e. Analisar o perfil acadêmico de cada avaliador que participou da etapa de avaliação pedagógica das coleções inscritas, de modo a identificar elementos que possam estabelecer relações entre o instrumento de avaliação, o sujeito avaliador e as coleções avaliadas no que se refere à presença da História da Ciência enquanto exigência presente nos editais;
- f. Investigar como algumas coleções aprovadas na última edição do PNLD se propõem a apresentar a História da Ciência a partir de um recorte temático comum, relacionado à Física Moderna e Contemporânea¹¹.

Para compreender o perfil acadêmico e profissional de cada avaliador, foram tomadas como referência as informações disponibilizadas no currículo da Plataforma Lattes, respeitando-se os marcos relativos para cada edição do PNLD. Essas informações foram interpretadas a partir da aplicação de um instrumento específico, organizado nas categorias indicadas a seguir:

- **Graduação em Física:** visa identificar se o avaliador é licenciado ou não na disciplina;
- **Formação *Stricto Sensu*:** visa identificar a área de concentração do curso de mestrado e de doutorado do avaliador, caso o avaliador possua;

¹⁰ Das quatro distribuições de livros didáticos de Física realizadas pelo Governo Federal, a primeira ocorreu em 2009 no âmbito do PNLEM e as três últimas no do PNLD. Ainda que se reconheça a amplitude e o mérito do PNLEM, sua duração efêmera faz com que muitos o considerem como parte do PNLD, posição que neste trabalho não será adotada, tendo em vista que a estrutura de cada Programa apresenta suas especificidades.

¹¹ Neste trabalho será tomada como referência a periodização proposta por Ostermann e Moreira (2001), em que a Física desenvolvida até o final do século XIX é denominada **Física Clássica**, período em que ocorrem as grandes sínteses como a Mecânica Newtoniana, a Termodinâmica e o Eletromagnetismo. Os autores denominam a Física elaborada desde o início do século XX até a década de 1940 de **Física Moderna**, sendo exemplos desse período a Radioatividade, a Relatividade e o advento da Física Quântica. Por fim, a Física desenvolvida a partir da década de 1940 é denominada de **Física Contemporânea**, em que se destacam os estudos sobre supercondutores e partículas elementares.

- **Dissertação ou Tese envolvendo História da Ciência:** visa compreender se existem indicativos de que a temática esteve presente na formação *stricto sensu* do avaliador;
- **Dissertação ou Tese relacionadas à Educação:** visa compreender se existem indícios de que o avaliador se dedicou à pesquisa sobre Educação em sua formação *stricto sensu*;
- **Publicações sobre História da Ciência e ensino:** visa identificar se o avaliador produziu artigos ou trabalhos completos, sejam na forma de produção individual ou em coparticipação (atividades de orientação acadêmica, por exemplo) sobre as relações entre História da Ciência e Educação Científica;
- **Publicações sobre ensino de Física na Educação Básica:** visa identificar se o avaliador produziu artigos ou trabalhos completos, sejam na forma de produção individual ou em coparticipação (atividades de orientação acadêmica, por exemplo) relacionados ao ensino de conteúdos de Física na Educação Básica.

Desse modo, procurou-se constituir um conjunto de indicadores relacionados à formação e produção acadêmica de cada equipe avaliadora que atuou no PNLD, cuja análise permitirá compreender em que medida os avaliadores possuem experiência com a História da Ciência e com questões relacionadas ao ensino de Física.

Por sua vez, para a análise de algumas coleções didáticas de Física aprovadas para compor o Guia da última edição do PNLD foram tomados como referência alguns elementos presentes no trabalho de Laurinda Leite (2002), no qual a autora propõe uma lista fundamentada teoricamente de indicadores para análise de materiais didáticos de Física, que possibilitam compreender em que medida os livros em questão permitem vislumbrar uma imagem adequada da ciência e da atividade científica. Tal lista, segundo a autora, pode ser adaptada em função da necessidade de futuros trabalhos.

Com base nesse trabalho, foram investigados os seguintes elementos nos livros didáticos em questão:

- **Presença de materiais utilizados para apresentar a informação histórica:** Pretende-se compreender que fontes são utilizadas para apresentar a

informação histórica (imagens, documentos ou textos originais, experimentos históricos, textos dos autores, fontes secundárias em geral, etc.). Para tal, foi analisada a presença de dois tipos de fontes:

- **Fontes históricas primárias:** textos filosóficos ou científicos, imagens e demais documentos da cultura material produzidos na última década do século XIX e na primeira metade do século XX;
 - **Fontes históricas secundárias:** produções escritas posteriores, preferencialmente feitas por historiadores da ciência.
- **Correção e precisão da informação histórica nos textos produzidos pelos autores:** Pretende-se identificar se a informação histórica não reproduz mitos científicos ou elementos que caracterizariam uma história *Whig*¹².
 - **Status do conhecimento histórico:** Pretende-se compreender o papel que o conhecimento histórico assume no ensino de Física (se é um item fundamental a ser estudado ou se trata de um tópico complementar), bem como para que público-alvo se destina (para todos os estudantes, para uma parcela de estudantes que irá estudar em forma complementar, ou para apenas os estudantes interessados nas leituras do conteúdo opcional);
 - **Presença de atividades de aprendizagem relacionadas à História da Ciência:** Pretende-se compreender se existem atividades que exijam dos estudantes a simples leitura ou mais que isso, o seu status (obrigatória ou opcional), o nível de dificuldade (normal ou de aprofundamento) e o tipo de atividade (leitura dirigida, levantamento bibliográfico, análise de dados históricos, etc.).

Para a análise dos livros didáticos do PNLD 2018 optou-se em delimitar um recorte em torno de tópicos de Física Moderna e Contemporânea. Tal escolha justificou-se em função, segundo Terrazzan (1994), da necessária atualização curricular que a Física Escolar precisa passar, com vistas a atender às necessidades formativas do estudante do século XXI, bem como pelo fato de que esses tópicos curriculares demandarem necessariamente abordagens pautadas na História da Ciência.

¹² A expressão *whig* foi introduzida pelo historiador Herbert Butterfield (1900-1979) em sua obra *The Whig Interpretation of History*. Nessa obra, Butterfield critica a “escrita não-histórica da História” e o termo “*whig*”, cuja origem está associada ao partido político *Whig*, é usado para designar uma interpretação historiográfica presentista, em que a história da Inglaterra era descrita como uma narrativa de progresso ininterrupto em direção aos ideais do partido *Whig*.

Para delimitar o recorte, tomou-se como referência o trabalho de Ostermann e Moreira (2000) que apresenta uma lista consensual dos tópicos de Física Moderna e Contemporânea que deveriam ser abordados no Ensino Médio. Fruto de investigação desses autores entre pesquisadores em Ensino de Física, professores de Física do Ensino Médio e físicos, essa lista é constituída pelos seguintes tópicos: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, *laser*, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, *Big Bang*, estrutura molecular e fibras ópticas.

Dessa lista temática, optou-se em selecionar as temáticas relacionadas à Física do átomo - Física Quântica e Física Nuclear – tendo em vista o potencial que esses tópicos apresentam, tanto para abordagens históricas pautadas em aspectos internalistas, quanto em abordagens relacionadas à atividade científica.

1.3 ESTRUTURA DA TESE

No intuito de se buscar elementos para responder ao problema de pesquisa, inicialmente foi realizado um estudo baseado no campo da História das Disciplinas Escolares, com vistas a compreender as disciplinas escolares como parte de uma tradição estabelecida, sendo o livro didático um artefato que representa a manifestação visível dessa tradição.

Com base nesses elementos, procurou-se compreender a dinâmica da constituição da Física Escolar no Brasil, em especial como se estabeleceram as principais características de seu código disciplinar atual. A análise histórica da educação brasileira em conjunto com o estudo dos documentos decorrentes das reformas educacionais processadas durante os séculos XIX a XXI permitiram identificar os aspectos que configuram o ensino tradicional de Física, principal obstáculo para a presença de abordagens contextuais, tal como defendida pela pesquisa acadêmica em Ensino. É nesse sentido que a História da Ciência representa uma importante provedora de recursos.

Assim fez-se necessário analisar o processo de constituição da História da Ciência enquanto campo interdisciplinar do conhecimento, apresentando suas relações com a História, a Filosofia e com a Tecnologia. A compreensão dos

fundamentos epistemológicos desse campo de pesquisa, bem como de aspectos essenciais do ofício do historiador da ciência foram fundamentais para discutir na sequência suas implicações para o ensino.

A compreensão atual de que a educação científica desempenha importante função na formação de cidadãos críticos e conscientes de seu papel na sociedade é essencial para nortear as propostas curriculares em torno da alfabetização e do letramento científico. Para desenvolver nos estudantes aspectos que lhes permitam o exercício crítico de sua cidadania frente às questões sociocientíficas, se faz necessário abordar não apenas conteúdos científicos, mas também conteúdos sobre a Natureza da Ciência e da atividade científica. Assim, situar as contribuições da História da Ciência no âmbito da Didática foi outro aspecto fundamental desenvolvido neste trabalho.

Outro ponto essencial analisado está relacionado ao tratamento dispensado à História da Ciência nos processos seletivos das edições do PNLD - Física. Nesse sentido, problematizar aspectos intrínsecos do Programa com relação às exigências de obrigatoriedade da presença de História da Ciência nas coleções didáticas de Física, seja pelos critérios apontados via edital, seja pelos instrumentos constituídos para avaliação das coleções inscritas, bem como pelo perfil técnico dos responsáveis pela avaliação tornou-se necessário. A análise dos mecanismos subjacentes ao processo de avaliação das coleções de Física inscritas nas edições do PNLD possibilitou compreender algumas relações causais em torno de que tipo de História da Ciência se faz presente nas coleções aprovadas.

Por fim, a análise de que forma as coleções didáticas de Física mais distribuídas na última edição do PNLD (2018) se propõem a apresentar o conhecimento histórico da ciência nos capítulos dedicados à Física Moderna e Contemporânea sintetiza as ações anteriores. O recorte se justifica em função da importância atribuída à presença desses tópicos no currículo escolar e cuja abordagem dos mesmos deve, de acordo com a pesquisa em Ensino, valorizar os aspectos epistemológicos e sociais do conhecimento físico.

Com vistas a percorrer o caminho acima apresentado, além deste capítulo introdutório são propostos outros seis, dois quais quatro são destinados à revisão teórica, um apresenta a análise dos dados empíricos do material documental relacionado ao PNLD e, por fim, o último versa sobre as considerações finais.

O capítulo **Contribuições do campo da História das Disciplinas escolares para o estudo do currículo e do livro didático** estabelece um conjunto de relações fundamentais para a tese. Inicialmente são tecidas considerações gerais sobre currículo e cultura escolar para, na sequência, a partir da conceituação de disciplina escolar, apresentar o conceito de código disciplinar (CUESTA, 1997, 2003). Com base nessas relações, o livro didático é discutido na última parte do capítulo a partir das contribuições teóricas advindas do campo da Manualística.

Por sua vez, o capítulo **A presença da Física no currículo escolar brasileiro: tradição, trajetória e desafios** contém uma análise histórica da presença e consolidação da disciplina de Física no currículo escolar brasileiro, desde a introdução de lições de Física no século XIX até os desdobramentos mais recentes sob a vigência da atual Lei de Diretrizes e Bases. Inicialmente é feito um estudo sobre a origem das principais características da Física Escolar, situadas no contexto do Iluminismo francês do final do século XVIII e que foram incorporadas no Brasil a partir do século XIX. Na sequência, com base na análise de documentos e legislações brasileiras, bem como amparado na historiografia da educação brasileira, é demonstrado que essas características em geral se mantiveram ao longo das décadas, ignorando as mudanças ocorridas no cenário educacional brasileiro, sobretudo nas últimas décadas. Com isso, alerta-se para a necessidade de se compreender historicamente a tradição escolar em torno do ensino de Física, considerado como principal obstáculo para um diálogo efetivo entre a presença da Física no currículo e a finalidades atuais da escolarização expressas na legislação vigente.

Na sequência, o capítulo **Gênese e desenvolvimento da História da Ciência como campo de pesquisa** apresenta a História da Ciência como um campo interdisciplinar que engloba as contribuições da História, da Filosofia e da Sociologia, com vistas a compreender a ciência em sua dimensão histórica. Embora seja um campo interdisciplinar com maior proximidade em relação à Filosofia do que com a História, a História da Ciência empresta desse último os aspectos metodológicos que são empregados pelo profissional que detém a prerrogativa da produção do conhecimento: o historiador da ciência. Ao analisar o desenvolvimento da produção historiográfica sobre a ciência, mostra-se que esta é anterior à institucionalização da História da Ciência enquanto campo de pesquisa.

No que se refere à produção historiográfica do século XX, analisa-se sob o ponto de vista epistemológico o espectro que marcou tal produção e que permeou a própria constituição do campo. Ao reconstituir o processo de desenvolvimento institucional da História da Ciência, são apresentadas as principais concepções epistemológicas que influenciaram o campo. Com base em Condé (2017), são analisadas a influência do positivismo no início do século passado, as contribuições das correntes internalista e externalista, a querela instaurada a partir dessas correntes, as concepções epistemológicas de Ludwik Fleck e Thomas Kuhn como formas de transcender tal querela, até às implicações do relativismo sociológico do Programa Forte da Sociologia da Ciência. Por fim, são apresentadas as tendências atuais da História da Ciência enquanto campo de pesquisa.

No capítulo **A utilização didática da História da Ciência: contribuições, implicações e desafios para o ensino de Física** são discutidos os fundamentos epistemológicos no âmbito da Didática que sustentam a presença de elementos da História da Ciência no ensino de Ciências. Para tal, inicialmente é apresentado o conceito de alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, com vistas a estabelecer parâmetros mínimos para uma educação científica que promova a formação cidadã. A partir dessa discussão mostra-se que a História da Ciência, quando tomada numa perspectiva historiográfica contemporânea, tende a contribuir para o ensino de Física visando a promoção de cidadãos letrados cientificamente. Na sequência, são exploradas as relações entre História da Ciência e Educação por meio de um panorama histórico, cujo objetivo é mostrar que tal relação teve finalidades distintas ao longo do tempo. A partir da compreensão atual da importância de se trazer a História da Ciência para o ensino, a questão é discutida no âmbito da Didática das Ciências, explorando as principais contribuições do campo ao ensino, bem como as implicações epistemológicas e metodológicas decorrentes. Encerra o capítulo uma análise dos principais desafios inerentes à inserção da História da Ciência no ensino de Física.

No capítulo **A presença da História da Ciência no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático para o componente curricular Física** são apresentados e discutidos os resultados da análise realizada em torno do PNLD para o componente curricular Física. A partir dos resultados da análise da estrutura de seleção das obras do PNLD foi possível inferir que, no que se refere à presença da História da Ciência, a combinação dos critérios presentes na ficha de avaliação das obras com o perfil

acadêmico da equipe responsável pela sua avaliação abre precedentes para que sejam aprovadas coleções que não necessariamente se pautam nas recomendações feitas pela pesquisa acadêmica em Ensino de Física.

Na sequência deste capítulo são apresentados os resultados da análise de elementos de História da Ciência em tópicos de Física Moderna e Contemporânea nas quatro coleções mais distribuídas no PNLD 2018, no intuito de corroborar a reflexão realizada anteriormente. A ausência de uma presença efetiva de elementos históricos na constituição dos temas analisados evidencia as tensões entre as prescrições curriculares e as práticas escolares historicamente consolidadas.

Por fim, nas **Considerações Finais** é elaborada uma síntese, no intuito de se retomar, com base nas discussões teóricas e nas análises em torno da estrutura do PNLD – Física, a problemática que motivou esta tese, bem como é feita uma reflexão a partir das implicações que se desdobram do cenário atual em que a Física Escolar se insere e apresenta-se, por fim, a tese relativa ao estudo.

2 CONTRIBUIÇÕES DO CAMPO DA HISTÓRIA DAS DISCIPLINAS ESCOLARES PARA O ESTUDO DO CURRÍCULO E DO LIVRO DIDÁTICO

No âmbito dos estudos curriculares, a História das Disciplinas Escolares é um campo relativamente recente, em pleno processo de desenvolvimento. De acordo com Aires e Ern (2007), o campo se originou ao final da década de 1960 em meio às discussões sobre a Nova Sociologia da Educação, buscando contemplar a história do currículo em paralelo às discussões temáticas já desenvolvidas nessa corrente, tais como “currículo e ideologia” e “currículo e poder”.

De acordo com Viñao (2008), as tendências mais expressivas da História das Disciplinas Escolares enquanto campo de pesquisa são a anglo-saxônica, tendo Ivor Goodson como o principal representante; a francesa, cujos representantes são André Chervel e Dominique Julia; e a espanhola, cuja contribuição tem sido dada, dentre outros autores, por Raimundo Cuesta.

Para Lopes (2007), os estudos em História das Disciplinas Escolares são importantes pois buscam articular fatores internos relacionados a uma dada disciplina escolar, como as suas ciências de referência (quando existem), os critérios epistemológicos subjacentes e a organização das sociedades científicas, com fatores externos, tais como a estrutura política, social e econômica em que ela se insere como prática. Para a autora, tais estudos contribuem para a compreensão do currículo como um artefato histórico.

Segundo Bittencourt (2003), a compreensão do papel da disciplina escolar é fundamental, pois é o ponto central do qual se desdobram outras concepções relacionadas à educação, tais como escola, aprendizagem, professor, etc. Por sua vez, Lopes (2007) aponta que a disciplina escolar é a unidade básica do currículo que resistiu às mudanças no decorrer de sua história. Mudam as disciplinas, com a inclusão e exclusão delas em função de interesses externos, mas a lógica de organização curricular permanece a mesma.

Para Chervel (1990) são três os problemas inerentes ao campo da História das Disciplinas Escolares: a questão da gênese das disciplinas escolares, a função exercida por elas e o seu funcionamento. Objetiva-se neste capítulo apresentar alguns elementos que permeiam as discussões no campo, com vistas a compreender posteriormente o conceito de código disciplinar e sua relação com o livro didático.

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CURRÍCULO E CULTURA ESCOLAR

Com vistas a compreender o livro didático como um artefato cultural que carrega consigo elementos visíveis do código disciplinar, se faz necessário em primeiro lugar discutir aspectos presentes na relação entre currículo e cultura. Em relação à ideia de **currículo**, toma-se como referência a conceituação de código curricular apresentada por Lundgren (1997), que se baseia na concepção materialista de que existe uma relação entre os modos de produção e o conteúdo do pensamento humano.

Esse autor destaca que os modos de produção criam os condicionantes dos contextos sociais, dentro dos quais se formam os processos de reprodução e de representação do pensamento humano. Argumenta que a atividade educativa pode ser compreendida como parte integrante dos processos de reprodução social, em que são reproduzidas a base material e a cultura existente, isto é, os conhecimentos, valores e habilidades, bem como a força de trabalho num sentido mais amplo. A atividade pedagógica está vinculada, portanto, à estrutura econômica, social e cultural.

Com a separação entre o contexto social de produção (que inclui os processos relacionados ao atendimento das necessidades da vida social) e o contexto social da reprodução (que inclui os processos de transmissão para as gerações seguintes), se desenvolveu a divisão social do trabalho. Nesse sentido, Lundgren (1997) situa a pedagogia e o discurso educativo, colocando para o campo o problema da representação. Este se revela à medida que os processos de reprodução dependem da produção de textos que articulam a seleção, organização e métodos de transmissão dos conteúdos, sendo abrangido e solucionado pelo conceito de currículo.

De acordo com ele, num sentido amplo o conceito de currículo abarca qual seleção de conhecimentos e habilidades deverá ser transmitida via escolarização, que organização essa seleção assume, bem como que métodos serão adotados para seu ensino, seu sequenciamento e controle. Para tal, o autor indica que por detrás desse processo existe um **código curricular** em ação, isto é, um conjunto de princípios subjacentes à estrutura curricular que determina como se dá a seleção, a organização e os métodos de transmissão, pautados em função das finalidades da escolarização.

Em outras palavras, o autor entende pela expressão o conjunto de princípios de racionalidade¹³ que se sucederam historicamente dentro dos sistemas educativos.

Tendo em vista que atualmente as opções curriculares consistem em seleções que são pautadas por uma racionalidade externa à escola (o código curricular), é possível inferir que essas opções são feitas em função de fatores que justifiquem o processo de escolarização, bem como para qual classe social a escolarização se destina. Acerca das tensões que emergem em torno da escola moderna, Lopes aponta que

A escola reproduz, mas também resiste, e nesse campo de contradições precisamos trabalhar para: socializar o conhecimento científico, dialogar com os saberes populares e desconstruir a valorização ideológica do conhecimento científico feito na escola, sem que haja, muitas vezes, efetivamente, o ensino desse conhecimento (LOPES, 1999, p. 23).

Assumindo que as opções curriculares são seleções de um arcabouço cultural mais amplo, é importante compreender aspectos inerentes ao termo “cultura”, bem como a problemática que carrega consigo. Santos (2009) a considera como a realidade criada pelo homem na forma de um patrimônio informacional, constituído por saberes, valores, normas, expectativas, crenças de um grupo social, etc.

Na mesma linha, Lopes (1999) destaca que a cultura é o produto direto ou indireto de uma ordem constituída por outras atividades sociais. Por sua vez, a autora analisa a sua estratificação em função da estratificação de classes, próprias do modo de produção em vigor. Para Lopes, a cultura em sua essência é o campo do diverso, da heterogeneidade, da ruptura e do pluralismo. Para ela, “a divisão social do trabalho engendra a divisão social do saber e da cultura: há os que sabem e os que fazem, os que têm cultura e os que não têm. E há os rótulos culturais: cultura popular, cultura erudita, cultura de massas” (LOPES, 1999, p. 73).

¹³ Ao fazer um esboço histórico das mudanças nos códigos curriculares, Lundgren (2007) aponta o surgimento de quatro códigos: clássico, realista, moral e racional. O primeiro surgiu no contexto da Antiguidade Clássica e baseava-se na valorização do conhecimento racional, indispensável para a formação do cidadão ligado à aristocracia. O segundo foi desenvolvido no contexto da Revolução Científica e privilegiou o conhecimento sensorial (Ciências Naturais e Geografia), sendo destinado à formação da futura classe burguesa. Por sua vez, o terceiro código curricular remonta ao século XIX e se inseriu no esforço de se imprimir identidade nacional através da escolarização obrigatória, com vistas ao fortalecimento da ordem social, pautada na nacionalidade e na religiosidade. Por fim, o último código originou-se nos Estados Unidos e absorveu elementos do individualismo, do racionalismo e do pragmatismo, visando atender demandas decorrentes da rápida industrialização (formação de mão de obra) e da urbanização (desenvolvimento de valores, como respeito e tolerância religiosa).

Nesse sentido, essa autora define cultura dominante como a cultura que serve aos interesses das classes dominantes, podendo ser erudita, do senso comum, oriunda das classes populares, da indústria cultural ou da ciência. É a cultura que possibilita a hegemonia social para a classe dominante. Por outro lado, destaca que a cultura dominada tende a ser vista com a marca da ausência a partir da ótica dominante.

Entende Lopes (1999, p. 223) que “a sociedade dividida em classes marca a divisão permanente entre os que possuem ou não cultura, em função do fato de possuírem ou não o poder de definir o que é cultura”. Com base em Raymond Willians, a autora destaca a ideia de tradição seletiva em que os aspectos considerados como parte de um passado significativo são, de fato, constituintes de uma matriz hegemônica. A incorporação dessa matriz ocorre de forma sutil, por meio de uma ideologia de pano de fundo que orienta a ação, atribuindo valor aos bens culturais.

Em sintonia com o conceito de cultura encontra-se o conceito de **cultura escolar**. De acordo com Julia (2001), essa expressão significa

[...] um conjunto de normas que definem conhecimentos a ensinar e condutas a inculcar, e um conjunto de práticas que permitem a transmissão desses conhecimentos e a incorporação desses comportamentos; normas e práticas coordenadas a finalidades que podem variar segundo as épocas (finalidades religiosas, sociopolíticas ou simplesmente de socialização) (JULIA, 2001, p. 10).

É sobre esse pano de fundo que se dá a produção do conhecimento escolar. Lopes (1999) salienta que duas instâncias são determinantes no processo de seleção cultural que origina e estrutura esse tipo de conhecimento: os saberes docentes e o livro didático. Por sua vez, Forquin (1992) analisa a questão da seleção cultural e entende por “currículo” o termo apropriado para designá-la. O autor argumenta que a existência de um tempo limitado (tempo escolar) se impõe como fator determinante para que haja uma seleção de aspectos que constitui uma cultura. Diferentes seleções em diferentes contextos podem ser realizadas.

Dada a questão da multiplicidade da cultura e de sua estratificação social é importante considerar em que medida o currículo representa uma seleção livre do arcabouço cultural. Lopes (1999) desconstrói a ideia de que toda a cultura (em particular, o conhecimento científico) está disponível para ser socializada. Segundo a autora, o conhecimento e a ciência não estão disponíveis no capitalismo para livre

distribuição imediata. As patentes produzidas, as publicações em periódicos especializados com acesso restrito, entre outras formas, tornam o conhecimento em sua totalidade inacessível para seleção. Na outra ponta, os professores basicamente dispõem do livro didático, o que o torna objeto de atenção especial, uma vez que as informações vinculadas nesse artefato exercem grande influência no cotidiano escolar.

2.2 CÓDIGO DISCIPLINAR, CURRÍCULO E TRADIÇÃO INVENTADA

Oriundo dos estudos desenvolvidos no âmbito da História das Disciplinas Escolares, o conceito de código disciplinar permitiu compreender aspectos intrínsecos à disciplina escolar de História, bem como suas transformações no contexto espanhol (CUESTA, 1997, 1998). A partir da compreensão desse conceito, entende-se que é possível transpô-lo, com vistas a compreender mecanismos subjacentes à dinâmica de outras disciplinas escolares, dentre as quais a Física.

2.2.1 Considerações epistemológicas sobre o conceito de disciplina escolar

Ao contrário do que o senso comum possa sugerir, a conceituação da expressão “disciplina escolar” não é algo trivial e direta, requerendo uma elaboração teórica. A respeito, Chervel (1990) destaca que o entendimento atual que se tem da expressão é relativamente recente (se processou ao longo do século XX) e é tributário das correntes pedagógicas que se desenvolveram na segunda metade do século XIX. O conceito de disciplina escolar possui, portanto, uma historicidade.

Até o final do século XIX a ideia de disciplina se restringia à vigilância, à repressão dos estabelecimentos de ensino, não assumindo a acepção de conteúdos, de rubricas que classificam as matérias de ensino. Chervel (1990) destaca que após a Primeira Guerra Mundial essa acepção foi perdendo força, sendo que a partir da década de 1930 começou a se moldar a compreensão que se tem do termo hoje em dia. De acordo com o autor, atualmente com o termo “disciplina”¹⁴

¹⁴ Convém salientar que este trabalho se refere às disciplinas escolares, presentes na escolarização básica, distintas das disciplinas acadêmicas presentes no ensino superior.

[...] os conteúdos de ensino são concebidos como entidades *sui generis*, próprios da classe escolar, independentes, numa certa medida, de toda realidade cultural exterior à escola, e desfrutando de uma organização, de uma economia interna e de uma eficácia que elas não parecem dever a nada além delas mesmas, quer dizer à sua própria história (CHERVEL, 1990, p. 180).

Para Chervel (1990), o entendimento de que as disciplinas escolares seriam meros produtos da combinação de saberes externos vulgarizados, isto é, simplificados (dada a impossibilidade da abordagem em seu formato original), com métodos de ensino apropriados, visando atender demandas impostas à escola não se sustenta. A escola também é uma instância produtora de conhecimento e as disciplinas escolares são a expressão disso.

Segundo o autor, o estudo da história da gramática¹⁵ é um bom exemplo para ilustrar esse raciocínio, pois mostra que essa disciplina está longe de ser um conhecimento vulgar, mas uma criação da própria escola. Em outras palavras, a teoria gramatical ensinada nas escolas não é expressão das ciências de referência, mas uma construção cultural da escola, visando contribuir para o aprendizado da ortografia. Para Chervel, estudar apenas os conteúdos escolares sem levar em consideração a pedagogia intrínseca não permite a compreensão do funcionamento real do ensino.

A especificidade epistemológica apresentada pelas disciplinas escolares impõe uma distinção entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Segundo Lopes (2007), ambos possuem bases epistemológicas próprias, configurações específicas, cumprindo diferentes finalidades. Enquanto o primeiro é originado a partir da busca de soluções de problemas postos para a ciência, o conhecimento escolar é fruto de processos de didatização. Essa distinção decorre da especificidade epistemológica que as disciplinas escolares apresentam.

Bittencourt (2003) aponta que entender a disciplina escolar apenas como resultado de um processo de didatização feito a partir de um campo de referência externo à escola pode se revelar problemático, sobretudo por induzir a ideia de que o conhecimento escolar seria um conhecimento de segunda mão, simplificado. Essa

¹⁵ Na mesma linha de Chervel, Forquin (1992) destaca a análise feita por Goodson em relação à Geografia. De origens escolares e utilitárias, este conjunto de conhecimentos passou a ter estatuto de saber acadêmico e científico a partir de 1870, sobretudo em função da estratégia da *Geographical Association*.

autora cita a crítica de Chervel em relação à concepção de disciplina escolar como mero fruto da aplicação de processos previstos na **Transposição Didática**¹⁶, bem como as ponderações feita por Martinand a essa conceituação.

Viñao (2006) destaca que, enquanto instituição educativa, a escola não detém apenas a função de reproduzir o saber que está fora dela, mas de adaptar e transformá-lo também, criando assim um tipo de saber e cultura própria. O autor aponta que, entre outras criações próprias, a ideia de disciplina escolar se destaca como sendo a mais peculiar, considerada como sendo “uma das criações mais genuínas da cultura escolar, acadêmica ou escolástica” (VIÑAO, 2006, p. 111, tradução nossa).

Com base em Chervel, Viñao (2006) destaca que a escola foi incumbida de disseminar alguns saberes determinados. No desempenho de seu papel, essa instituição acabou também por criar e organizar seus próprios saberes e procedimentos de ensino por meio das disciplinas escolares. Ao fazer isso, segundo o autor, a escola passou a entregar um produto cultural: gerações de ex-alunos. Nesse sentido, o autor aponta para o fato de que nem todo saber deriva de um processo de transposição ou transmutação de saberes originados fora da escola, pois essa instância também é produtora original, isto é, existem saberes estritamente escolares em sua origem.

Considerados esses aspectos relativos ao conhecimento escolar, Viñao (2006) destaca que a sistematização e o sequenciamento de um conjunto de saberes através de um programa escrito e, conseqüentemente, expresso em um manual escolar, constitui a ata fundacional de uma disciplina escolar. Com base em Popkewitz, o autor argumenta que as disciplinas escolares podem ser vistas como uma alquimia, uma transmutação desde os espaços sociais de um dado conhecimento até a escola, pois se faz necessário um processo de mudança cognitiva e mental, com vistas a se adaptar às exigências do espaço escolar.

Em relação aos elementos constituintes de uma disciplina escolar e suas características, Chervel (1990, p. 201) destaca que “para que uma disciplina “funcione”, é necessário, com efeito, satisfazer às exigências internas que constituem aparentemente o seu ‘núcleo’. Por não levar isso em conta, o ensino fracassa, ou não

¹⁶ Formulado por Yves Chevallard no âmbito da Didática da Matemática, o conceito de Transposição Didática será abordado no quinto capítulo, onde será feita uma discussão no âmbito da Didática das Ciências.

atende senão a uma parte de seus objetivos”. Segundo o autor, são quatro os componentes de uma disciplina escolar.

A presença de um *corpus* de conhecimentos estáveis, estruturado por meio de uma lógica interna possível de ser aprendido, seria o primeiro elemento característico de uma disciplina e considerado eixo central. Acerca disso, observa Chervel (1990) que essa “vulgata” a princípio confere a estabilidade para a disciplina escolar, contudo é substituída num processo lento, marcado por rupturas. Indissociável à presença do *corpus* destaca-se a presença de atividades, essenciais para a fixação de uma disciplina e cuja qualidade determina o seu sucesso, constituindo assim o segundo elemento característico.

A terceira característica presente na constituição de uma disciplina escolar destacada por Chervel (1990) consiste nas práticas de motivação e incitação aos estudos, essenciais em si mesmas pois é necessário que o estudante demonstre algum gosto e cuja história acompanha a história da disciplina escolar. Por fim, a última característica presente na arquitetura de uma disciplina seria o aparelho docimológico, isto é, avaliações destinadas ao controle seja no âmbito interno (na especialização de alguns exercícios), seja no âmbito externo (no desenrolar da própria disciplina).

A compreensão do processo histórico da gênese e desenvolvimento de uma disciplina escolar está estreitamente ligada às finalidades da escola enquanto instituição social. Nesse sentido, Chervel aponta que

A instituição escolar é, em cada época, tributária de um complexo de objetivos que se entrelaçam e se combinam numa delicada arquitetura da qual alguns tentaram fazer um modelo. É aqui que se intervém a oposição entre educação e instrução. O conjunto dessas finalidades consigna à escola sua função *educativa*. Uma parte somente entre elas obriga-a a dar uma *instrução*. Mas essa instrução está inteiramente integrada ao esquema educacional que governa o sistema escolar, ou o ramo estudado. As disciplinas escolares estão no centro desse dispositivo. Sua função consiste em cada caso em colocar um conteúdo de instrução a serviço de uma finalidade educativa (CHERVEL, 1990, p. 188).

Com isso, o autor quer mostrar que a gênese, a estrutura e o papel das disciplinas escolares só podem ser compreendidos a partir de uma análise histórica mais ampla, que busque abarcar os condicionantes externos à escola. De acordo com ele, a configuração desses processos se desenvolve num período de longa duração, em que disciplinas podem ser substituídas, criadas, ou sofrerem alterações

significativas. Isso será retomado na próxima seção, cuja discussão terá como referência o conceito de código disciplinar como elemento norteador.

2.2.2 O conceito de código disciplinar

O estudo histórico do currículo e, em particular, de cada disciplina escolar que o compõe, pode contribuir para a superação de possíveis visões ingênuas referentes à escola. Nesse sentido, os estudos curriculares promovidos nas últimas décadas têm evidenciado a importância de se olhar para as disciplinas escolares como construções históricas que compõem uma tradição.

Alguns autores como Goodson (2008) e Cuesta (1998) baseiam os seus estudos a partir do conceito de **tradição inventada**. Proposto por Hobsbawm (1997), designa o conjunto de práticas de natureza simbólica ou ritual, normalmente reguladas por regra tácita ou abertamente aceitas, que visam inculcar certos valores e normas de comportamento através da repetição, remetendo a uma continuidade em relação ao passado. A definição desse conceito engloba tanto as tradições realmente inventadas e formalmente institucionalizadas quanto as que surgiram de maneira mais difícil de se localizar num dado período histórico.

Goodson (2008) argumenta que a elaboração do currículo pode ser considerada um processo pelo qual se inventa uma tradição. Nesse sentido, o autor argumenta que

[...] o currículo escrito é exemplo perfeito de invenção de tradição. Não é, porém, como acontece com toda tradição, algo pronto de uma vez por todas; é, antes, algo a ser defendido onde, com o tempo, as mistificações tendem a se construir e reconstruir. Obviamente, se os especialistas em currículo, os historiadores e sociólogos da educação ignoram, em substância, a história e construção social do currículo, mais fáceis se tornam tal mistificação e reprodução do currículo tradicional, tanto na forma como no conteúdo (GOODSON, 2008, p. 27).

O estudo da gênese e desenvolvimento das disciplinas escolares tem como pano de fundo as relações que engendraram o desenvolvimento da escola moderna. É nesse terreno que as disciplinas enquanto artefatos sociais encontraram as condições para se desenvolver, se mostrando ao longo do tempo elementos duráveis, embora mutáveis.

Nesse sentido, Viñao (2006) considera as disciplinas escolares como organismos vivos, pois não representam entidades portadoras de uma essência estática e abstrata. Segundo o autor, as disciplinas possuem uma dinâmica própria no tempo histórico: elas surgem, se desenvolvem, competem entre si, intercambiam informações, desaparecem, etc. Ao mesmo tempo, o autor destaca que as disciplinas escolares podem ser vistas como campos de poder social e acadêmico, de espaços de disputa de poder onde se entrelaçam interesses e atores, ações e estratégias.

Ao analisar o conhecimento escolar, organizado e estruturado nas disciplinas escolares, Cuesta (1997, 1998) destaca que a sua presença ao longo do tempo constitui, recria e materializa diariamente uma tradição sociocultural. O autor destaca a importância de se examinar as disciplinas escolares em sua dimensão histórica, com vistas a compreender as relações sociopolíticas subjacentes. Destaca o autor que

Nascidas no contexto institucional dos sistemas educativos, as disciplinas escolares não podem ser construídas à parte de certas 'marcas' e interesses sociais, e sua própria existência implica uma distribuição de poderes entre os diferentes agentes sociais envolvidos em sua criação e reprodução. Todavia essa determinação social e política (do poder) dos sujeitos que compõem o currículo não pode ser entendida à parte da sua própria história, pois apenas analisando o curso dela podemos entender e explicar seu significado mais profundo. Portanto, a perspectiva social 'construcionista' deve necessariamente ser completada com a abordagem socio-histórica, pois as disciplinas escolares são construções históricas socialmente condicionadas e gestadas dentro de instituições específicas de socialização (CUESTA, 1997, p. 7, tradução nossa).

Cuesta entende que os estudos socio-históricos podem contribuir para a compreensão da trajetória histórica de uma disciplina escolar como uma tradição inventada, cuja reconstrução depende de um conjunto de elementos que se expressam naquilo que o autor denominou de **código disciplinar**¹⁷. Em linhas gerais, o autor entende pelo conceito

[...] o conjunto de ideias, valores, pressupostos, regulamentações e rotinas práticas (de caráter expresso ou tácito) que regem o desenvolvimento das matérias de ensino. Trata-se de uma tradição social configurada historicamente, que abriga especulações e retóricas discursivas sobre seu valor educativo, os conteúdos do ensino e os arquétipos da prática docente, que ocorrem ao longo do tempo e que são considerados valiosos e legítimos.

¹⁷ Proposto como uma categoria heurística, este conceito foi formulado inicialmente pelo autor (1997) com vistas a compreender a sociogênese da História enquanto disciplina escolar na Espanha. Ao passo que o conceito de código curricular (Lundgren, 1997) se refere à uma racionalidade externa à escola, a ideia de código disciplinar proposto por Cuesta se liga diretamente aos elementos que constituem uma disciplina escolar enquanto tradição inventada.

Assim, como tradição inventada, o código disciplinar integra discursos, conteúdos e práticas de ensino que interagem e se transformam impulsionados pelos usos sociais característicos das instituições escolares (CUESTA, 2003, p. 6-7, tradução nossa).

De acordo com o autor, a noção de código disciplinar não se limita apenas à noção de conteúdos de ensino, englobando também diferentes discursos e práticas que interagem e se transformam em função dos usos sociais das instituições escolares. Assim, a compreensão do código disciplinar permite explicar as características de uma disciplina escolar no decorrer do tempo histórico.

Segundo Cuesta (1997), os elementos que compõem o código disciplinar podem ser agrupados em dois grupos: visíveis e invisíveis. O primeiro grupo engloba os elementos textuais, tais como os documentos jurídico-administrativos, os livros didáticos e os documentos curriculares normativos. Por sua vez, o autor destaca a presença de elementos invisíveis no código disciplinar, que estão relacionados ao cotidiano escolar e às práticas de ensino, cuja reconstrução e posterior compreensão depende da análise de materiais diversificados.

Ao analisar a contribuição de Cuesta para os estudos em História das Disciplinas Escolares, Viñao (2008) destaca a importância que o conceito de código disciplinar assume como o elemento-chave que configura, organiza e ordena uma disciplina escolar, sugerindo sua estabilidade, consolidação e coerência interna. A transmissão de seus elementos constitutivos se dá de uma geração a outra, “[...] dentro da comunidade de ‘proprietários’ do espaço acadêmico reservado, graças aos já resenhados mecanismos de controle da formação, da seleção e do trabalho ou tarefa profissional” (VIÑAO, 2008, p. 206).

A amplitude que o conceito de código disciplinar carrega consigo se deve ao fato deste não se reduzir apenas a um corpo de conteúdos. Viñao (2006) destaca que com uma disciplina nascente se origina um discurso elaborado pelos componentes do campo disciplinar, que visa explicitar o seu valor formativo e a sua utilidade acadêmica, profissional ou social. O autor destaca também o papel que as práticas profissionais desempenham na constituição do código disciplinar, pois se apoiam em um saber empírico e artesanal, originado na experiência de sala de aula e que, em certa medida, resiste às ingerências das teorias pedagógicas.

Ainda que seja duradouro, o código disciplinar¹⁸ de uma disciplina escolar não é uma realidade estática. Nesse sentido, Cuesta (1997, p. 57, tradução nossa) salienta que “como toda tradição social que atua sobre os extratos conscientes e inconscientes da vida social, tende à conservação, mas como toda realidade social, é uma criação histórica e em si mesma contém também a possibilidade de mudança”. É na tensão entre os elementos visíveis e invisíveis que compõem o código disciplinar que se pode compreender, sobretudo, o peso que a tradição exerce no ensino de uma disciplina escolar, ainda que se tenha toda uma reorientação de seus discursos em função dos interesses sociais, explicitados sobretudo pelo modelo de educação vigente.

As tensões que marcam o código disciplinar de uma disciplina ao longo de sua história estão relacionadas, portanto, aos seus elementos constitutivos: o corpo de conteúdos, a argumentação discursiva sobre o seu valor formativo e sua utilidade e, por fim, as práticas profissionais. Nesse sentido, Cuesta (2003) destaca que para se compreender melhor essa dinâmica, se faz necessário relacionar o conceito de código disciplinar com os conceitos de *habitus* e de campo profissional.

Com base em Bourdieu, Cuesta (2003) destaca que o conceito de *habitus* tem por função enfatizar que as ações dos indivíduos se fundamentam com frequência mais num sentido prático do que num sentido racional. Esse conceito é o elo que explica as relações entre a lógica de um campo profissional e as práticas cotidianas dos sujeitos. Para o autor, a presença da rotina e da tradição constituiu uma “segunda pele” no *habitus* dos professores, o que o leva a afirmar que os professores são “guardiães da tradição” e “escravos da rotina”.

Nesse sentido, a partir do conceito de código disciplinar é possível considerar que a disciplina escolar se converte num elemento que imprime identidade à profissionalização docente, pois, de acordo com Viñao (2006), não existe o professor

¹⁸ Em seus trabalhos, Cuesta (1997, 1998, 2002) buscou compreender a trajetória do código disciplinar de História no período em que o capitalismo se desenvolveu na Espanha. Para tal, demarcou dois modelos de educação desenvolvidos nesse período, cada um com sua própria racionalidade escolar, isto é, pautado por um “conjunto de princípios dinâmicos de produção e distribuição do capital cultural em consonância e relacionado com outras instâncias alheias ou não à esfera da reprodução da cultura” (CUESTA, 1998, p. 9, tradução nossa). O autor discute os impactos no código disciplinar da disciplina a partir da transição do modelo educacional tradicional-elitista (meados do século XIX até a década de 1960) para o modelo tecnocrático de massas, presente desde a década de 1960. Para ele, a transição entre esses modelos demandou a reformulação do código disciplinar de História, com o questionamento do ensino “tradicional” da disciplina. Contudo, Cuesta (2002) destaca que os discursos renovadores presentes nas práticas discursivas que caracterizavam uma visão sonhada para a disciplina não encontraram eco no contexto escolar, em parte devido à solidez das características presentes no código disciplinar.

generalista, mas aquele que atua numa disciplina específica, tal como matemática na educação secundária ou anatomia patológica no ensino superior. O autor aponta que “a disciplina é o elemento-chave da profissionalização do docente, que define o conteúdo e o espaço acadêmico de sua profissionalização” (VIÑAO, 2006, p. 113, tradução nossa).

Imerso nessa trama de relações subjacentes ao código disciplinar de cada disciplina encontra-se o livro didático, objeto de interesse desta pesquisa. Na próxima seção será feita uma discussão a respeito desse artefato.

2.3 O LIVRO DIDÁTICO COMO MANIFESTAÇÃO VISÍVEL DO CÓDIGO DISCIPLINAR

O livro didático é um artefato presente no cotidiano escolar. No Brasil desempenha papel importante tanto no contexto escolar quanto fora dele. Acerca disso, Batista (2002) aponta que o livro didático representa o principal material impresso pelo qual a escolarização e letramento de parte significativa da população se organiza e se constitui.

Garcia e Schmidt (2013) apontam que a denominação desse tipo específico de material encontra certa dificuldade¹⁹, sobretudo em função da complexidade inerente enquanto artefato cultural. Com base nas reflexões feitas pelas autoras, é possível estabelecer uma aproximação conceitual sobre livro didático como sendo o material predominantemente impresso, destinado ao trabalho escolar de professores e estudantes com finalidades didáticas, os quais “constituem-se na materialização do conhecimento a ser privilegiado na situação específica de escolarização, organizado didaticamente a partir de um método de ensino” (GARCIA; SCHMIDT, 2013, p. 15). Assim, esse material deve explicitar os conteúdos articulados com atividades, com vistas a promover o ensino de qualquer disciplina, em qualquer nível de escolarização.

Em relação ao papel desempenhado pelo livro didático no contexto escolar, Garcia (2013) aponta que esse artefato cultural afeta de diferentes modos e situações

¹⁹ Considerando a multiplicidade de termos e expressões designadas para os textos escolares como livro-texto, livro escolar, livro didático, entre outras, será utilizada por padrão a expressão “livro didático”, em função deste trabalho estar voltado ao PNLD. Nesse sentido, por **livro didático** entende-se o livro possível de ser utilizados tanto por professores quanto por estudantes em contexto de escolarização. Em situações pontuais será utilizada a expressão “manual do professor” para designar, no âmbito do PNLD, os manuais escolares voltados apenas para o uso docente.

a vida cotidiana das escolas, em especial a dimensão do ensino. De acordo com a autora, a partir da conceituação de cultura escolar, proposta por Julia (2001), é possível inferir que o livro didático é um artefato dessa cultura.

Escolano (2006) considera o livro didático como a materialização de um currículo, isto é, um currículo editado. Nesse sentido, ele representa uma possível construção da *vulgata* de uma disciplina escolar - currículo normativo - a partir do olhar de seus autores, não a esgotando em sua totalidade, influenciando a prática de ensino de um grande número de escolas.

Segundo o autor, esse artefato se constitui como um elemento basilar na configuração da cultura da escola. “Nele se traduz em texto o programa normativo que fixa as regras, e donde são induzidas práticas pedagógicas que cristalizam o *habitus* da profissão docente” (ESCOLANO, 2006, p. 9, tradução nossa). De acordo com o autor (2004), os usuários do livro didático – os atores da escola – podem encontrar nesse artefato *vade-mécum* de sua ação, dentre outros elementos, os métodos essenciais para o desempenho de suas expectativas e papéis na trama desenvolvida no contexto educacional.

De acordo com Viñao (2006), historicamente o livro didático é um produto resultante da confluência da aplicação da imprensa com as mudanças ocorridas no mundo escolar e acadêmico a partir do século XVI. Tal como a versão secular do catecismo, outro produto cultural decorrente desse momento e que visava reunir as verdades que todo cristão deveria conhecer para se salvar, o livro didático surgiu com o propósito de “reunir o conjunto de verdades elementares que todo estudante deveria ao menos conhecer e saber acerca de uma disciplina ou matéria ensinada” (VIÑAO, 2006, p. 119, tradução nossa).

Acerca do surgimento do livro didático, Garcia e Schmidt (2013) argumentam:

Tomando-se como referência o campo da Didática, deve-se relembrar que a defesa de livros produzidos com a finalidade específica de ensinar a um conjunto de alunos, simultaneamente, os mesmos conteúdos, remonta pelo menos ao século XVII. Comenius, em sua *Didática Magna*, ao falar sobre esse tipo de material, refere-se a ‘instrumentos propositadamente preparados para que, com a sua ajuda, as coisas a aprender se imprimam nas mentes com pouca fadiga’ (cap. XXXII, 7). Para ele, os livros são ‘um meio necessário’ para que o ensino aconteça (GARCIA; SCHMIDT, 2013, p. 14).

Pode-se inferir, portanto, que o livro didático surgiu e se constituiu com a escola moderna, visando contribuir com o processo de ensino-aprendizagem. Viñao

(2006) destaca que esse artefato desempenhou papel fundamental no processo de configuração das disciplinas escolares, bem como de seus códigos disciplinares. Nesse sentido, ao longo do tempo o livro contribuiu ao engendrar e viabilizar propostas disciplinares.

Cuesta (2006) destaca o papel do livro didático na tradição estabelecida com a gênese do sistema escolar moderno, bem como sua função nesse sistema. Considerado como um material quase indestrutível, o livro didático aparece como uma das tradições mais duradouras, em contraposição a outros artefatos que pereceram ao longo do tempo, se revelando uma testemunha do presente e do passado. O autor afirma que “como fonte ascendente, sua sombra é projetada ao longo da vida do sistema escolar moderno (CUESTA, 2006, p. 186, tradução nossa).

Nessa perspectiva, Escolano (2004) destaca que, enquanto objeto indispensável da escola tradicional, o livro didático não tem sido somente uma ferramenta à disposição de professores e estudantes, mas “a representação de todo um modo de conceber e desenvolver o ensino e o espelho dos valores dominantes da sociedade em que circula como um bem cultural assumido” (ESCOLANO, 2004, p. 109, tradução nossa). Nesse sentido, o autor aponta que sua estrutura em sua textualidade engloba padrões de comunicação e teorias pedagógicas implícitas, conformando assim um microsistema instrucional completo.

Desse modo, o autor o considera como instrumento *princeps*²⁰ do sistema educativo, pois, configurado como um micromundo desse sistema, resulta “[...] num espelho que reflete em suas tramas materiais as características da sociedade que o produz, a cultura do entorno em que circula e a pedagogia que, com base no sistema autorreferente, regula suas práticas de uso” (ESCOLANO, 2004, p. 110, tradução nossa).

Historicamente, mesmo com as alterações que a escola enquanto instituição social sofreu, a presença do livro didático em seu interior não foi abalada. Nesse sentido, Escolano (2004, 2006) aponta que tal artefato se converteu assim num invariante das práticas escolares, numa constante instrumental da prática pedagógica, num instrumento inseparável do *habitus* docente. O autor o compara a uma partitura,

²⁰ Escolano (2004) observa que o livro didático se constituiu numa espécie de *vade-mécum* no trabalho docente. Historicamente sua presença no ensino permanece universal e central na escola, em cujo interior interage e até influencia as mediações didáticas. Mesmo na “era informacional”, o livro continua sendo um invariante da cultura escolar, o que levou o autor a tomar emprestada a expressão *instrumento princeps* (instrumento primeiro) para designá-lo.

no sentido de dizer que o artefato é uma *ratio* que guia o processo escolar. Assim como a partitura é fundamental para a representação de uma peça musical, a presença do livro didático é essencial para reger boa parte do processo de ensino e de estudo.

Nesse sentido, Escolano aponta que

Por sua prolongada e universal existência, sob diferentes formas, nas instituições de formação de todos os tempos e de todas as culturas, pela resistência que oferece em desaparecer das práticas dominantes na vida dos estabelecimentos de ensino, e até pelas sucessivas e comprovadas adaptações desse instrumento às mudanças midiáticas e comunicativas que ocorrem fora da escola, o livro tornou-se um meio representativo, real e simbólico de conceber e praticar a educação formal, ou seja, da cultura da escola (ESCOLANO, 2006, p. 20, tradução nossa).

Desprestigiado²¹ enquanto fonte para estudos historiográficos até poucas décadas atrás, nos últimos anos o livro didático tem ganhado espaço acadêmico progressivamente. Escolano (2004) destaca que esse artefato tem se constituído em um dos objetos centrais da nova historiografia da educação. O autor indica que um campo específico – a Manualística – tem se constituído recentemente, agrupando os estudos relativos ao livro didático em torno de sua história, dos modos de *design*, produção e utilização.

Ao apontar as relações entre o estudo dos livros didáticos e os já desenvolvidos em História da Educação, Garcia (2013, p. 73) destaca a pertinência de se realizar novas pesquisas “a partir dos conceitos de cultura escolar para compreender temas como os conteúdos, as relações com o currículo, a contribuição dos livros na construção do código disciplinar das diferentes disciplinas, entre outros”.

De uma situação anterior de desprestígio acadêmico enquanto objeto de pesquisa e investigação, na nova historiografia da educação e, em especial, no âmbito dos estudos da Manualística, o livro didático passou a ser visto, conforme aponta Escolano (2004), como um espaço de memória que cumpre três funções: suporte curricular, espelho da sociedade e vestígios do método.

De acordo com o autor, o livro didático é um espaço de memória como suporte curricular, pois através dele se veicula a vulgata escolar, versão editada pelos autores

²¹ Tal desprestígio se deve, em parte, à visão que associou os livros didáticos “a um certo tipo de literatura didatizante, repleta de erros e plágios, reducionista em seus conteúdos e moralizadora em suas finalidades, destinada somente a servir de mediação para cobrir os rituais acadêmicos da organização pedagógica” (ESCOLANO, 2004, p. 110, tradução nossa).

do programa disciplinar. Ao mesmo tempo, esse artefato é um espaço de memória como espelho da sociedade que o produz, por carregar consigo valores, ideologias e estereótipos da mentalidade social dominante. Por fim, o livro é um espaço de memória por trazer consigo rastros dos métodos de ensino e aprendizagem, das estratégias didáticas utilizadas no desenvolvimento do programa escolar.

Ao destacar que os estudos recentes de História da Educação têm se voltado para o livro didático, com vistas a compreender aspectos relacionados aos conteúdos e o arcabouço científico e ideológico implícito, bem como à sua utilização real nas escolas e aos aspectos mercadológicos de produção e distribuição, Cuesta (2006) destaca a importância desses trabalhos, pois tais olhares situam o artefato dentro do contexto das relações entre saber e poder. Nesse sentido, o autor aponta que,

Fora de tais relações, a compreensão se torna opaca e também com muita frequência a primeira impressão, que nasce de um conhecimento espontâneo, tende a favorecer uma naturalização do texto escolar como algo dado que não necessita de maior reflexão (CUESTA, 2006, p. 187, tradução nossa).

Cuesta (2006) aponta que o livro didático carrega consigo um conjunto de elementos visíveis do código disciplinar. Nesse sentido, as transformações observadas nos livros didáticos de uma disciplina são indícios de possíveis transformações em elementos visíveis do respectivo código disciplinar. O autor argumenta que

Certamente, estas manifestações mais 'visíveis' do código disciplinar das disciplinas escolares podem ser qualificadas, segundo Apple, de 'artefatos culturais' *sui generis*, onde se cruzam múltiplos campos: ideológicos, profissionais, pedagógicos, políticos, econômicos, sociais, estéticos. Na verdade, um texto escolar materializa uma constelação simbólica de relações e funções reais de ordem diversa (CUESTA, 2006, p. 188, tradução nossa).

Ao analisar o papel do livro didático no contexto educacional espanhol, em especial na transição do modo de educação tradicional-elitista para o modo tecnocrático de massas, Cuesta (2006) observa que o livro didático, ainda que tenha sofrido algumas alterações relacionadas à sua estrutura e a liberalização do setor editorial, goza de excelente "saúde", pois continua sendo o principal fator recontextualizador do currículo e da cultura legítima.

Chopin (2004), por sua vez, destaca que o estudo histórico dos livros didáticos mostra que esses artefatos podem exercer quatro funções essenciais que podem variar em função do ambiente sociocultural, do período, da disciplina, do nível de ensino e das formas de utilização. Tais funções segundo o autor seriam: **referencial**, isto é, o livro explicita um programa educacional, sendo o suporte privilegiado dos conteúdos; **instrumental**, em que o livro coloca em prática os encaminhamentos que visam o aprendizado dos conteúdos; **ideológica e cultural**, função mais antiga em que o livro se torna um vetor disseminador da língua, da cultura e dos valores dominantes; e, por fim, **documental**, função através da qual o livro se torna disseminador de subsídios textuais e icônicos, com vistas a desenvolver a formação crítica do estudante.

Em relação ao ensino de Física, é possível considerar que, por essas funções, historicamente o livro didático contribuiu para a efetivação de elementos do código disciplinar da Física e para a consolidação de uma tradição de seu ensino. Contudo, com as recentes demandas de escolarização de massas, é possível também considerar que ele carregue consigo algumas tensões em torno da disciplina escolar que se propõe a apresentar. No caso dos livros de Física, esta reflexão será retomada nos próximos capítulos em função do PNLD e da presença de elementos da História da Ciência na Física ensinada no Brasil.

3 A PRESENÇA DA FÍSICA NO CURRÍCULO ESCOLAR BRASILEIRO: TRADIÇÃO, TRAJETÓRIA E DESAFIOS

No contexto brasileiro, a presença da Física no currículo escolar é relativamente recente. Atualmente considerada um componente curricular obrigatório na etapa do Ensino Médio²², como disciplina escolar ela é importante para o processo de escolarização, pois pode contribuir para uma formação ampla que, dentre tantas características, permita ao estudante desenvolver um olhar crítico perante o mundo natural e a atividade humana, bem como posicionar-se frente aos desafios cotidianos utilizando, para tanto, os conhecimentos advindos de seus princípios, leis e teoremas. No entanto, sua oferta tem sido acompanhada por dificuldades que interferem na qualidade do processo de escolarização.

Ao longo de décadas, problemas de natureza epistemológica imbricados à expressiva carência²³ de professores com formação superior de licenciatura fragilizaram o seu ensino no contexto escolar brasileiro. Esses problemas podem ser evidenciados nas abordagens ditas “tradicionais”, usualmente praticadas em sala de aula e que são pautadas pela transmissão de conteúdos fragmentados, pelo uso excessivo de listas de exercícios com pouca ou nenhuma significação para o estudante, pela forte matematização presente nas aulas alinhada à ausência de atividades experimentais, bem como pela falta de momentos de discussão de tópicos decorrentes dos recentes avanços da Física e suas implicações sociais. Esse conjunto de características se moldou em função da perspectiva utilitária que a disciplina assumiu para a preparação aos exames admissionais ao ensino superior, tão presente num passado recente e que ainda se manifesta, reduzindo o seu papel na formação escolar dos estudantes ao domínio de técnicas instrumentais com vistas ao êxito nos testes.

Com vistas a compreender melhor tal quadro, objetiva-se neste capítulo reconstruir a trajetória do ensino de Física no Brasil, desde suas origens como disciplina escolar na França até a atualidade. Com isso, espera-se identificar os

²² Considerando-se a vigência da Resolução nº 02/2012 do Conselho Nacional da Educação, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

²³ Nesse sentido, os dados estatísticos do Censo Escolar 2017 (Brasil, 2018) mostram que apenas 42,6% dos professores que lecionam Física possuem formação adequada para tal (licenciatura na disciplina). Outro dado importante e que influi na qualidade do ensino de Física está relacionado à presença de laboratórios de ciências nas escolas. Neste caso, o Censo informa que apenas 45,4% das escolas de Ensino Médio no país (públicas e privadas) o possuem.

principais elementos que constituem o seu código disciplinar enquanto tradição inventada, bem como estabelecer um diálogo com as recentes discussões curriculares, realizadas nas duas últimas décadas.

3.1 O SURGIMENTO DA FÍSICA ESCOLAR NO CONTEXTO FRANCÊS

As contribuições advindas do campo da História das Disciplinas Escolares permitem considerar que o conhecimento que se processa no interior da escola não é um conhecimento acadêmico simplificado, um conhecimento de segunda mão. No caso da Física enquanto disciplina escolar, sua história demonstra que, apesar de ser intrinsecamente ligada ao desenvolvimento do campo de referência, com ele estabelecendo uma forte identidade, não apenas a sua estrutura interna influenciou a sua composição e sua estabilidade enquanto disciplina escolar.

No intuito de compreender os fundamentos filosóficos do ensino de Física, Braga et al. (2008) apontam que entre os séculos XVII e XIX é que se deu a consolidação da base epistemológica que caracteriza a Física, tal como se conhece atualmente. Esses autores apontam para a influência que o pensamento newtoniano exerceu nesse processo, sobretudo por afirmar que todo o conhecimento assume caráter empírico e indutivo. O ideário newtoniano teve forte receptividade entre os iluministas franceses, dentre eles Voltaire, para os quais o conhecimento metafísico deveria ser descartado.

Braga et al. (2008) apontam que no século XVIII a Física transitava entre três correntes filosóficas²⁴ situadas no âmbito da filosofia natural: cartesiana, newtoniana e leibniziana. Dessas, a concepção newtoniana acabou por se tornar hegemônica, tornando-se o elemento norteador das investigações realizadas àquele período. Em sua essência, essa concepção é baseada em duas obras de Newton: os *Principia* (1687) e a *Óptica* (1704). Restrita à Mecânica, a primeira obra é caracterizada por um tratamento matemático e dedutivo dos conceitos. Por sua vez, a segunda obra dá

²⁴ Estes autores caracterizam brevemente cada corrente, destacando que a cartesiana seria a mais materialista das três, considerando o mundo real composto apenas de corpos, movimento e extensão. Por sua vez, a corrente leibniziana admite a presença de um Criador, o qual além de ter construído todo o mecanismo, não interfere no seu funcionamento (os autores apontam que a partir dessa corrente surgiram as bases para os princípios de conservação). A concepção newtoniana difere da leibniziana por considerar que o Criador poderia interferir no sistema, alterando o seu estado.

maior ênfase na empiria e no método indutivo, envolvendo outras áreas além da Óptica.

A influência exercida pelo paradigma newtoniano na atividade científica e, conseqüentemente, na perspectiva escolar para a Física variou em função de cada país. A respeito, Kuhn (2011, p. 155) aponta que “ao menos desde 1700 até 1850, a ciência britânica foi predominantemente experimental e mecânica, enquanto a francesa foi racionalista e matemática”. No que se refere à Física, é possível afirmar então que a herança dos *Principia* predominou entre os franceses, ao passo que a herança da *Óptica* predominou entre os ingleses.

Na disputa econômica com a Inglaterra, sobretudo no auge da primeira Revolução Industrial, a França buscou superar sua desvantagem por meio da formação de novos quadros. A forte presença dos ideais da Revolução Francesa, do movimento iluminista e da concepção newtoniana expressa nos *Principia* foram decisivas na formatação das concepções pedagógicas subjacentes aos cursos de formação de novos pesquisadores e engenheiros. É nesse contexto que foram concebidos os manuais didáticos que seriam utilizados no início do século XIX.

Com o ápice do movimento iluminista e com as reformas educacionais introduzidas no contexto francês ao final do século XVIII, cresceu a preocupação em relação à qualidade do conhecimento científico que seria ensinado aos estudantes. Nesse sentido, passou-se a defender a ideia de que seria necessário depurar o *corpus* de conhecimentos estáveis, eliminando todas as impurezas que foram sendo superadas ao longo do seu desenvolvimento histórico. Isso implicava que, ao invés de se estudar os clássicos que se destacaram no desenvolvimento da ciência, marcados muitas vezes pela presença de elementos não-científicos, os jovens deveriam ser apresentados aos **tratados** e posteriormente (século XIX) também aos **ursos**, obras escritas com a finalidade de se eliminar do conhecimento os seus erros e falhas, bem como a presença de elementos metafísicos. De acordo com Braga et al.,

A era dos tratados (*Traités*), onde os filósofos naturais passaram a escrever livros em que reviam as conquistas do passado sem as argumentações metafísicas e acrescentavam novas, significou uma fase importante de transição entre o passado que se desejava apagar e a fundação da nova cultura científica. Esse movimento fez a limpeza necessária nas obras dos clássicos. Dessa forma, os jovens estudantes, ao tomarem contato com a nova ciência, não mais precisariam ler os originais escritos de um tempo que se pretendia esquecer (BRAGA et al., 2008, p. 511).

Engendrado pelo iluminismo francês, esse movimento aplicou padrões de racionalidade no conhecimento em geral, buscando assim superar a influência da metafísica. Os autores destacam que a reforma educacional francesa possibilitou o surgimento de uma educação científica formal ao final do século XVIII, por meio da qual se almejava constituir uma sociedade baseada na razão, em que a filosofia era substituída pela ciência experimental e pela matemática.

Segundo Braga et al. (2008), o modelo francês se efetivou nas primeiras décadas do século XIX. A análise dos manuais didáticos feita por esses autores – especificamente duas edições de cursos do período referido – mostra a presença do caráter dogmático, em que os conceitos são apresentados através de uma estrutura que não admitia questionamentos. Segundo os autores, a análise dos manuais evidenciou a ausência de relatos sobre possíveis controvérsias científicas ou de elaborações históricas dos conceitos apresentados, cuja consequência direta era a transmissão de uma visão equivocada sobre ciência.

A partir da análise dos manuais, os autores constatam que os temas eram abordados numa perspectiva instrumental com vistas a possíveis aplicações, se alinhando à concepção positivista predominante no século XIX em que a metafísica era vista com desprezo. Braga et al. (2008) observam que

A concepção dogmático-instrumental ensaiada nos 'traités' do século XVIII e absorvida pelos 'cours' do século XIX não ficou restrita à formação dos engenheiros. De uma forma geral, ela foi absorvida por toda a educação científica posterior e em todos os níveis. Embora em alguns deles os conteúdos físicos e matemáticos fossem simplificados, sua forma de apresentação permaneceu a mesma. Com o tempo, a concepção dogmático-instrumental tornou-se sinônimo de educação científica (BRAGA et al., 2008, p. 518).

Essa concepção dogmático-instrumental do ensino de Física exerceu forte influência no Brasil a partir do Segundo Reinado (1840-1889), período em que se deu o início da presença de conhecimentos de Física no ensino secundário. A opção pelo modelo de ensino francês, com a consequente adoção dos materiais didáticos que materializam tais concepções no precário ensino superior e secundário desenvolvido em nosso país, deu início à presença da Física enquanto disciplina no Brasil, cujas características ao longo das décadas seguintes em muito pouco mudou.

3.2 ESTABELECENDO A TRADIÇÃO: A FÍSICA NO CONTEXTO ESCOLAR BRASILEIRO

Influenciada pela didática francesa, a presença da Física no currículo escolar brasileiro se deu de forma tímida a partir do século XIX, sendo ampliada de forma lenta e gradual. Sua presença obrigatória como disciplina autônoma passou a se dar efetivamente a partir da década de 1930. Desde então, engendrou-se aquilo que se conhece como “ensino tradicional de Física”, modelo que passou a ser questionado em âmbito nacional apenas na década de 1990. A compreensão do desenvolvimento dessa tradição é o objetivo desta seção.

3.2.1 O ensino de Física no Brasil: das origens coloniais à Reforma Rocha Vaz

A presença do ensino de Física no contexto brasileiro se deu a partir do século XIX. Entretanto, rudimentos de uma educação científica podem ser observados no período colonial, em meio ao predomínio dos estudos humanísticos que pautaram o currículo escolar e que foram influenciados pelos ditames da Companhia de Jesus. A apropriação de aspectos do contexto educacional desse período é fundamental para compreender as condições objetivas nas quais a Física Escolar começou a ser introduzida e desenvolvida, bem como o percurso temporal que separa a sua inserção como conteúdo em si até a sua efetivação como disciplina curricular no século XX.

3.2.1.1 A incipiente educação científica no Brasil Colônia

O processo de constituição da educação brasileira remete ao período colonial (1530-1822). Diferentemente do modelo adotado pelos ingleses na América do Norte, os portugueses procederam à colonização com base no modelo de exploração, cujo foco consistia na apropriação irrestrita dos recursos naturais. Por parte da metrópole portuguesa não havia interesse na constituição de um novo povoamento, a não ser com finalidades de exploração dos recursos naturais (inicialmente recursos disponíveis de forma imediata como madeira, seguidos pela implantação da cultura

da cana-de-açúcar e, por fim, pela mineração). Em grande parte, isso se deveu às características peculiares do reino de Portugal²⁵.

De acordo com Fausto (2015), a colonização do território brasileiro começou a tomar forma a partir de 1530. Em 1549, com a vinda à colônia brasileira do primeiro governador geral, Tomé de Souza, chegaram também os primeiros jesuítas chefiados pelo padre Manuel da Nóbrega, que foram incumbidos de catequizar os nativos. Conseqüentemente, com o passar dos anos os religiosos da Companhia de Jesus assumiram a tarefa de organizar o ensino no território colonial.

À exceção do curto período conhecido por **invasão holandesa**²⁶, em geral a educação desenvolvida no período colonial esteve focada nos moldes da Companhia de Jesus. Basicamente o ensino perpetrado nos colégios existentes tinha como foco as Humanidades. Nesse sentido, Almeida Jr. (1979, p. 46) aponta que “a instrução se caracterizava pelo ensino da gramática, da retórica e da escolástica, em primeiro plano, e das letras teológicas e jurídicas, no plano superior, com alguns rudimentos de Medicina e sem nenhuma preocupação com as ciências naturais”. O ensino desenvolvido no Brasil era literário e retórico, nos moldes da escolástica medieval, sobretudo de orientação aristotélico-tomista²⁷.

²⁵ Considerado um dos primeiros estados nacionais modernos, Portugal conquistou sua independência no século XII e focou o seu crescimento nos séculos seguintes por meio da exploração da atividade marítima. A dualidade terra-mar trouxe ao reino português a dependência exclusiva da atividade agrícola e da navegação. Aliado a essa dependência econômica, a mentalidade medieval influenciada pelo pensamento escolástico se manteve pujante em Portugal, sobretudo se fortalecendo na Contrarreforma (século XVI). Nesse sentido, o Estado Português desconheceu, num primeiro momento, as implicações dos movimentos desdobrados do Renascimento, sobretudo na ciência e filosofia, uma vez que a presença da Igreja como monopolizadora da cultura se fez de forma quase que hegemônica e controladora. Essa presença ficaria mais evidente durante a Contrarreforma, com o reestabelecimento dos tribunais da Inquisição e a atuação da Companhia de Jesus, ordem religiosa criada em 1537 por Inácio de Loyola com vistas a fortalecer o catolicismo frente aos desafios impostos àquele momento. O último fator em particular influenciaria o processo de colonização empreendido pelos portugueses no Brasil.

²⁶ Este termo designa o projeto de ocupação da região nordeste brasileira pela Companhia Holandesa das Índias Ocidentais durante o século XVII. Autores como Almeida Jr. (1979), Carvalho e Martins (2004) consideram que nesse período houve um “parêntesis luminoso”, sobretudo com a vinda de Maurício de Nassau à região correspondente ao atual estado de Pernambuco. Durante sete anos, essa região esteve pautada por trabalho assalariado, liberdade religiosa e a introdução de novos valores (mostras). A “invasão holandesa” trouxe implantação de bibliotecas, museus e imprensa, construção do primeiro observatório astronômico do Brasil e a criação de uma academia para encontros literários e científicos.

²⁷ De acordo com Japiassu e Marcondes (2006), a Escolástica designa o conjunto de ensinamentos de filosofia e teologia ministrados nas escolas e universidades europeias, sobretudo entre os séculos IX e XVII, cuja preocupação central esteve na harmonização dos dogmas da fé cristã e das Sagradas Escrituras com as doutrinas filosóficas clássicas, em especial o platonismo e o aristotelismo. Dentre suas fases, destaca-se em seu período áureo a contribuição de Santo Tomás de Aquino (1224-1274), cuja obra representa um sistema da filosofia cristã constituído a partir do aristotelismo.

Alheio à Revolução Científica, o reino português não era pioneiro em estudos de Ciências Naturais e tampouco investiu na construção de centros educacionais de excelência em suas colônias. Como apontam Carvalho e Martins (2004), se a situação para a ciência em Portugal era péssima, no Brasil era bem pior. O modo de produção mercantilista adotado impunha rigorosa influência da metrópole portuguesa sobre suas colônias e, ao confiar à Companhia de Jesus a organização do sistema educativo de sua maior colônia, Portugal de certa forma estava preservando seus valores culturais e, por consequência, seu aparato de controle. Desse modo, o ensino desenvolvido no período colonial esteve atrelado em grande parte ao modelo escolástico, cujas raízes estão fincadas numa concepção teocêntrica de mundo, em que ocorre a primazia da fé em relação à razão.

Embora o foco do ensino brasileiro estivesse centralizado nas Humanidades, os jesuítas desenvolveram de forma modesta alguma instrução científica. Almeida Jr. (1979) aponta que dentro do modelo excessivamente literário e retórico, é possível constatar na análise do *Ratio Studiorum* (código administrativo e curricular dos colégios jesuíticos) um aceno de instrução científica nas aulas de meteorologia. Prossegue o autor em sua reflexão afirmando que

[...] não obstante, embora estranhos à metodologia científica, os jesuítas nas suas aulas de astronomia ao ar livre, à tardinha, intuitivamente ensaiavam modesta ciência, mas bem mais ciência (no sentido experimental) do que os muitos professores ulteriores que não se desligam do giz e do quadro-negro (ALMEIDA JR., 1979, p. 47).

Até meados do século XVIII, a Companhia de Jesus exerceu o monopólio educacional em Portugal e suas colônias. Durante o reinado de D. José I (1750-1777), sob o governo do Marquês de Pombal ocorreram mudanças significativas na relação do Estado com essa ordem religiosa. Influenciado pelos ideais iluministas, pelas contestações²⁸ feitas ao sistema educacional português, não desconsiderando questões políticas que envolviam membros da Companhia de Jesus, o Marquês de

²⁸ Carvalho e Martins (2004) mencionam que no século XVIII surgiram contestações significativas ao imobilismo dos velhos colégios e faculdades de Portugal. Os autores citam Luiz Antônio Verney, que critica o sistema pedagógico dos jesuítas, propondo o abandono à metafísica e a valorização da experimentação e da disputa sobre os conceitos. É nesse sentido que em parte Pombal encontrou terreno fértil nessas críticas para a reforma do sistema de ensino português, iniciando-a com a expulsão dos jesuítas. Tal reforma almejou incutir o espírito científico nos estudantes, superar a inútil escolástica e trazer o pensamento newtoniano sobre a Filosofia Natural para o ensino em Portugal.

Pombal decretou em 1759 a expulsão dos jesuítas de Portugal e de todas as suas colônias.

A reforma pombalina trouxe importantes mudanças para Portugal. A respeito disso, Almeida Jr. (1979, p. 48) aponta que “com a implantação de novos estatutos e criação de faculdades na Universidade de Coimbra (1772) indiretamente abriu novos horizontes à cultura nacional e ao estudo da ciência de observação”. Entretanto, no Brasil a expulsão dos jesuítas provocou a interrupção de um crescente sistema educacional sem que houvesse a sua substituição por outro. Os impactos dessa reforma não foram sentidos no Brasil e as dezessete escolas jesuíticas pautadas pelo ensino literário, retórico e escolástico não foram substituídas por outras pelo Estado Português. Ao longo do século XVIII, a política interna educacional de Portugal para com o Brasil não passou de incentivos pontuais no sentido de se trazer instituições científicas à Colônia.

Seguiu-se assim um breve período de estagnação na história educacional brasileira, que foi interrompido com a chegada da família real e sua corte ao Rio de Janeiro em 1808. Fugindo da invasão napoleônica, o príncipe regente D. João e sua comitiva se instalaram no Brasil, para onde foi transferida a sede do império português. Esse processo provocou uma efervescência cultural, sobretudo a partir das medidas administrativas adotadas: abertura dos portos, criação de instituições como a Biblioteca Nacional, o Colégio Médico-Cirúrgico da Bahia, Museu Real e a Imprensa Régia. Carvalho e Martins (2004, p. 159) apontam que “a criação destas instituições representa a primeira ação governamental significativa no campo da ciência e da educação brasileira”.

Aranha (2006) destaca a criação de escolas de nível superior como uma das medidas adotadas por D. João, no contexto de sua chegada ao Brasil, para atender as necessidades imediatas do Reino. Tais necessidades envolviam a formação de futuros oficiais do Exército e Marinha para defesa territorial da colônia, bem como dos mais variados profissionais: engenheiros, militares, médicos, entre outros.

A análise de Almeida Jr. (1979) e Carvalho e Martins (2004) indica que, apesar de essas medidas terem sido tomadas durante a estadia da família real portuguesa no Brasil, não é possível inferir que, de fato, houve interesse por parte do Reino no desenvolvimento das ciências. Havia uma tendência utilitária, em função das necessidades econômicas impostas e fomentadas, sobretudo, pelos interesses ingleses que acompanharam as mudanças ocorridas no reino português. Desse

modo, as ações relativas às ciências estiveram condicionadas ao retorno de curto prazo por meio de benefícios econômicos. Ambos autores citam, por exemplo, a frustrada proposição legislativa de José Bonifácio em 1820 para criar a primeira universidade brasileira em São Paulo, iniciativa vetada pelas Cortes Portuguesas. A criação das primeiras faculdades no Brasil ocorreu apenas no contexto do Brasil independente, especificamente no Primeiro Reinado.

3.2.1.2 Os rudimentos do ensino de Física desenvolvidos no Brasil Império

No período imperial (1822-1889) os avanços relacionados à educação foram muito limitados. Ao longo desse período não houve esforços no sentido de se criar um sistema educacional brasileiro, tampouco investimentos consistentes na atividade científica.

Carvalho e Martins (2004) apontam que a visão utilitarista sobre a ciência permaneceu após a proclamação da independência, se estendendo durante o período imperial, ainda que com pequena alteração no Segundo Reinado. Os autores destacam uma iniciativa importante ocorrida na década de 1820: a introdução de aulas práticas de Física e Química no Museu Nacional, ministradas pelo seu diretor João da Silva Caldeira. Entretanto, no contexto de formação superior a Física passaria a ser lecionada apenas como disciplina autônoma somente a partir de 1832. A respeito, Almeida Jr. observa que

Somente em 1832 foi criada a primeira cadeira efetiva de Física nos cursos médicos das Academias fundadas por D. João VI, mas que permaneceu inteiramente impregnada pelo espírito profissional e utilitário dominantes nesses cursos, que possibilitavam aos bacharéis a manutenção do status com a prestação de serviços à classe dirigente (ALMEIDA JR., 1979, p. 54).

Desse modo, o autor aponta que o ensino de Física em nível superior esteve marcado por exposições teóricas e demonstrações matemáticas dos princípios e tópicos da Física. Conforme aponta Aranha (2006), a organização do ensino brasileiro durante o período imperial estava estruturada em três níveis de ensino: elementar, secundário e superior. Desses, os dois primeiros enfrentaram dificuldades para serem implementados em função da falta de interesse da elite política brasileira, que não se preocupava com a escolarização de massas.

Esse aspecto é compreensível quando se analisa o contexto brasileiro no período imperial. O modelo econômico predominante era o agrário-exportador que, mesmo incorporando pequenas alterações com o passar das décadas (atividade comercial e uma pequena atividade industrial), não demandou formação escolarizada em larga escala, tendo em vista a forte presença do trabalho escravo. Como consequência, o ensino elementar era caótico e desorganizado, inacessível para a maior parte da população, analfabeta e que vivia na zona rural. Por sua vez, o ensino secundário assumiu uma dimensão preparatória para admissão aos cursos superiores, em geral realizados por integrantes da elite em escolas europeias.

Aranha (2006) destaca as implicações da Reforma Educacional de 1834. Promovida pelo governo regencial, essa reforma descentralizou a responsabilidade da organização da educação brasileira, deixando a cargo das províncias a iniciativa e responsabilidade de organização do ensino elementar e secundário, bem como a formação de professores. Apenas o ensino superior ficava ao encargo do poder central. A autora (2006) afirma que tal medida foi na contramão do movimento adotado por outros países no mesmo período, que procuraram organizar o sistema educacional, conferindo-lhe unidade orgânica e identidade nacional.

Os inúmeros problemas enfrentados pelas províncias somados à falta de iniciativa do governo central redundaram numa estagnação da educação brasileira no século XIX. Nesse sentido, pode-se afirmar que a oferta de escolarização era extremamente limitada e o acesso aos três níveis mais limitado ainda, ficando restrito apenas à elite brasileira.

Conforme já enunciado, desde o seu início o ensino secundário brasileiro foi vinculado à preparação ao ensino superior. Romanelli (2013) destaca que o caráter propedêutico que esse nível assumiu, somado ao forte conteúdo humanístico presente em sua matriz, pode ser compreendido em função da existência da base escravocrata em que se assentou a ordem social na qual o sistema escolar se fundou. Como consequência, o caráter propedêutico também se justificava em função da aversão ao ensino profissionalizante que havia desde então.

A fundação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro em 1837 representou um marco importante para a educação brasileira nesse período. Lorenz (1986) destaca que a sua fundação visava atingir duas finalidades: prover educação de qualidade para os filhos de nobres e de funcionários da Corte, e ao mesmo tempo servir de modelo para os colégios já existentes e os que seriam fundados nas províncias. De

acordo com o autor, o currículo²⁹ adotado seguia o modelo francês em que o conteúdo programático era desenvolvido em oito anos e as matérias eram organizadas por séries.

Por ser ligado diretamente à Coroa, o Colégio Pedro II acabou servindo de padrão de ensino para os demais colégios do país. Aranha (2006) aponta que esse estabelecimento era o único apto a realizar exames parcelados para conferir o grau de bacharel, indispensável para a admissão em cursos superiores. Isso trouxe implicações para o ensino brasileiro, conforme aponta a autora:

Essa distorção fez com que o ensino secundário se desinteressasse da formação global dos alunos, tornando-se ainda mais propedêutico. Como agravante, os demais liceus provinciais precisavam adequar seus programas aos do colégio-padrão, inclusive usando os mesmos livros didáticos. Muitas vezes nem chegava a haver currículo nessas escolas, mas sim aulas avulsas das disciplinas que seriam objeto de exame (ARANHA, 2006, p. 225).

A descentralização do ensino brasileiro aliada com a dependência dos liceus provinciais ao modelo desenvolvido no Colégio Pedro II, bem como a prerrogativa dessa instituição na certificação dos concluintes do ensino secundário evidencia o quanto limitado era o raio de alcance da educação brasileira no período imperial. É nesse contexto e nessa estrutura educacional que começou a se desenvolver o ensino de Física em nível secundário no Brasil.

O Regulamento Imperial nº 8/1838 normatizou a estrutura curricular do Colégio Pedro II. De acordo com esse documento, as matérias que constavam na matriz curricular do ensino secundário eram: Gramática Nacional, Latim, Grego, Francês, Inglês, Geografia, História, Retórica e Poética, Filosofia, Matemática (Aritmética, Geometria, Álgebra, Trigonometria/Mecânica), Astronomia, História Natural (Zoologia, Botânica, Mineralogia), Ciências Físicas (Química e Física), Desenho e Música Vocal. Essas matérias eram distribuídas e organizadas na proposta de oito anos de escolarização, sendo que nenhuma aparecia em todos os anos.

²⁹ Lorenz (1995) destaca a importância que esse colégio adquiriu ao longo do século XIX e no início do século XX. Segundo ele, o colegiado do Colégio Pedro II exerceu papel importante na elaboração de programas de ensino que vieram a ser adotados em âmbito nacional até meados do século XX. Ele também entende que as informações referentes aos estudos ministrados nesse estabelecimento permitem descrever a evolução do Ensino Secundário público. Em outro trabalho, Lorenz (1986) aponta que desde a sua fundação até o final do século XIX, foram implantados no Colégio Pedro II treze currículos, sendo que doze foram propostos por meio de reformas educacionais.

A partir da análise do referido Regulamento³⁰ é possível inferir que os conteúdos que caracterizam atualmente a Física Escolar estavam distribuídos nas matérias de Matemática, Astronomia e Ciências Físicas. Essas três matérias eram ofertadas nas três séries finais do ensino secundário e a quantidade de lições semanais eram significativamente inferiores³¹ às que compunham as Humanidades. Almeida Jr. (1979) alerta para a falsa impressão de que a introdução do ensino de Física, Química e Matemática poderia ocasionar. Segundo o autor, as mínimas aulas dessas disciplinas se davam em função de dois fatores: das fortes raízes clássicas herdadas do período colonial que a educação brasileira apresentava; bem como a pouca exigência da presença dessas matérias nos exames admissionais para o ensino superior. Destaca o autor que

As mínimas aulas de Física, Química e Matemática amontoavam-se nos últimos anos atropeladas com as línguas clássicas e modernas e, a exigência maior de matérias de humanidades nos exames preparatórios para o ingresso nas escolas superiores, desobrigando ou reduzindo as aulas de Física a meras noções gerais, prejudicaram profundamente os progressos dos estudos científicos (ALMEIDA JR., 1979, p. 54).

Lopes (2007) chama a atenção para uma característica do sistema educacional brasileiro do período imperial: a possibilidade de matrículas em aulas avulsas preparatórias, uma vez que o sistema de exames para cursos superiores era parcelado. Segundo a autora, não era tendência entre os alunos estudar Ciências porque os cursos não literários e os cursos das escolas militares e da Academia da Marinha não exigiam tais conhecimentos. A respeito, Romanelli (2013) destaca que as regras de seleção para o ensino superior eram definidas pelos próprios colegiados dos cursos superiores.

No que se refere ao ensino de Ciências na educação secundária do século XIX, Lorenz (1986) destaca que o estudo dos livros didáticos utilizados nesse período permite compreender aspectos essenciais do trabalho em sala de aula, ainda que o acesso a esse acervo represente um problema atualmente (muitas referências indicadas permanecem desconhecidas ainda). Para o autor, a importância de se estudar os livros didáticos desse período se dá pois

³⁰ BRASIL. Regulamento nº 8 de 31 de janeiro de 1838. Contém os Estatutos para o Collegio de Pedro Segundo. 1838.

³¹ De acordo com o referido Regulamento, a sétima série tinha uma previsão de 30 lições semanais. Dentre as lições, 22 eram de matérias de Humanidades (Filosofia, Retórica e Poética, História), seis eram de matemática e duas de Ciências Físicas.

O livro didático é fundamental para a análise desta problemática visto que contém os conteúdos trabalhados com os alunos, manifesta tendências metodológicas e, explícita ou implicitamente, expressa a filosofia educacional da época de sua publicação. Na área de ciências, o livro didático, através de seleção e organização de conteúdos, também reflete o conceito de ciências, quer seja como um corpo de conhecimentos quer como um processo de investigação (LORENZ, 1986, p. 426).

Em seus estudos, Lorenz (1986) indica o predomínio da utilização de material francês nas aulas de Ciências no Brasil do século XIX. Em relação ao incipiente ensino de Física, o autor aponta inclusive a adoção de obras de físicos renomados do século XIX, como Claude Pouillet (1791-1868). A análise de Lorenz revela que, no que se refere ao uso de material didático em solo brasileiro, as escolhas representaram o que se tinha de melhor na época, ainda que o alcance desse ensino fosse bastante limitado. Conforme discutido anteriormente, a opção pela didática francesa implicou na adoção de um modelo de ensino teórico, fortemente centrado em demonstrações matemáticas, com pouca ênfase na experimentação. Conclui Lorenz (1986, p. 434) que, do ponto de vista dos conteúdos ensinados, “o ensino de ciências do colégio de Pedro II foi bem fundamentado durante o século XIX”.

Por sua vez, Carvalho e Martins (2004) apontam que a partir da fundação do Colégio Pedro II, em conjunto com as escolas militares e politécnicas, houve um aumento considerável no número de pessoas ligadas à Física e à Química. No entanto os autores ponderam que a qualidade do ensino ofertado estava aquém dos padrões europeus, com currículos extensos e ausência de práticas experimentais.

Almeida Jr. (1979) aponta que as reformas educacionais promovidas ainda no período imperial marginalizaram ainda mais a presença da Física na formação escolar da pequena parcela da população que tinha acesso à escola. Segundo o autor, a Reforma Cunha Figueiredo (1876) desobrigou o estudante a cursar os dois últimos anos do ensino secundário para se matricular em qualquer curso superior.

A influência do movimento positivista na segunda metade do século XIX conseguiu lograr êxito no sentido de se aumentar a carga horária de Física. Entretanto, observa Almeida Jr. (1979, p. 56) que “as aulas continuaram expositivas, poucas vezes demonstrativas, e o método de estudo permanecia o mesmo – memorização e repetição mecânica de princípios e leis. Não havia preocupação em fazer ciência enquanto se estudava ciência”.

Percebe-se, assim, que o contexto em que conhecimentos de Física passaram a ser incorporados no currículo escolar brasileiro se mostrou fortemente

influenciado pela cultura clássica herdada do ensino jesuítico, por uma visão pragmática de escolarização segundo a qual o ensino secundário serviria apenas de ponte ao ensino superior e, também, pela ausência de atividade científica organizada no Brasil que pudesse dar um norte ao ensino das matérias científicas. Nesse sentido, a disciplina de Física era pouco atrativa, uma vez que as estratégias adotadas em nada lembravam a própria dinâmica do fazer científico e também era pouco³² procurada pelos estudantes, pois sua obrigatoriedade para os cursos superiores era ínfima.

3.2.1.3 O ensino de Física na República Velha

O cenário educacional brasileiro sofreu poucas mudanças com a Proclamação da República em 1889. No que se refere à responsabilidade do sistema educacional, Romanelli (2013) destaca que a Constituição de 1891 reforçou o dualismo que vinha desde o período imperial. À União cabia gerenciar o ensino superior, bem como o ensino secundário do Distrito Federal, ao passo que aos Estados cabia gerenciar o ensino primário e profissional. Segundo a autora, a consagração dessa dualidade era também “uma forma de oficialização da distância que se mostrava, na prática, entre a educação da classe dominante (escolas secundárias acadêmicas e escolas superiores) e a educação do povo (escola primária e escola profissional)” (ROMANELLI, 2013, p. 42). Para a autora, tal dualidade era o próprio retrato da organização social brasileira.

No âmbito do Governo Provisório, em 1890 foi promulgada a Reforma Benjamin Constant. Influenciada pelo positivismo de Augusto Comte (1798-1857), essa reforma marcaria uma tentativa de rompimento³³ com a tradição humanista presente no ensino secundário brasileiro. A respeito, Lorenz (1995) destaca que tal

³² A respeito desse ponto, Almeida Jr. (1979) cita o caso da província da Bahia que chegou a suprimir cadeiras de Física por falta de estudantes interessados. Por sua vez, Lopes (2007) cita que apenas em 1887 as matérias de Ciências Físicas e Naturais passaram a ser exigidas nos exames para o curso de Medicina.

³³ Almeida Jr. (1980) destaca que Benjamin Constant propôs em sua reforma um currículo enciclopédico estruturado em sete anos. Além dos estudos clássicos, eram previstos estudos das ciências fundamentais a partir da organização proposta por Augusto Comte. Segundo o autor, o núcleo científico se organizava da seguinte forma: Aritmética e Álgebra Elementar (1º ano); Geometria Preliminar, Trigonometria Retilínea e Geometria Espacial (2º ano); Geometria Geral e Cálculo Diferencial Integral com vistas ao estudo dos fundamentos de Mecânica Clássica (3º ano); Fundamentos de Mecânica Geral e Astronomia (4º ano); Física Geral e Química Geral (5º ano); Biologia (6º ano); Sociologia e Moral, noções de Direito Pátrio e Economia Política (7º ano).

reforma foi a primeira de uma série de reformas promulgadas no início do período republicano, sendo caracterizada por promover uma alteração profunda no ensino de Ciências, com a introdução de novas matérias e o aumento de carga-horária atribuída.

Por sua vez, Almeida Jr. (1980) aponta que a Reforma Benjamin Constant foi malograda, sobretudo em função de três aspectos: (i) o excesso de disciplinas presentes no currículo, o que trouxe prejuízos para as ciências exatas³⁴; (ii) a idade dos estudantes que iriam aprender Física era incompatível com o grau de abstração dos conhecimentos abordados. Exigia-se, por exemplo, alto grau de abstração no estudo de cálculo diferencial e integral com posterior aplicação em Mecânica para estudantes do 4º ano; (iii) a forma como essas disciplinas eram ensinadas indicava um excesso de matematização e nenhuma implicação experimental.

Romanelli (2013) chama a atenção para dois aspectos presentes na Reforma Benjamin Constant. Em primeiro lugar, o contexto em que ela foi gestada revela a pouca visibilidade que a educação tinha para o governo provisório republicano e para as classes dirigentes. A autora destaca que assuntos relacionados à educação eram tratados no âmbito do Ministério da Instrução, Correios e Telégrafos, pasta que reunia assuntos tão díspares. Em segundo lugar, embora a reforma tivesse o mérito de romper com a tradição humanista presente no ensino, ela não levou em consideração a necessidade de se pensar a educação a partir de uma realidade dada. Tal problema se manifestaria, na visão da autora, nas demais reformas feitas no Brasil.

No âmbito da República Velha (1889-1930), as reformas que se sucederam à Reforma Benjamin Constant não lograram êxito em promover profundas alterações no incipiente sistema educacional brasileiro. Romanelli (2013) destaca que tais reformas não passaram de tentativas frustradas que caracterizavam pensamentos isolados e desordenados dos comandos políticos, não podendo ser comparadas a uma política nacional de educação.

Em relação às disciplinas científicas ofertadas no ensino secundário desse período, as reformas realizadas no contexto da República Velha reduziram a sua presença em termos de carga-horária. Lorenz (1995) destaca que a Reforma de 1894 foi omissa quanto aos conteúdos de Física e Química que deveriam ser ensinados. Por sua vez, ao analisar a proporção da carga-horária das disciplinas científicas nas

³⁴ Nesse sentido, para se ter uma ideia das quantidades, Almeida Jr. (1980) aponta que eram 14 disciplinas científicas num universo de 35 disciplinas diferentes, incluindo seis línguas.

reformas promovidas ao longo das três primeiras décadas do século XX, Lopes (2007) constata o predomínio de estudos de Humanidades³⁵, cujo ápice foi atingido com a Reforma Carlos Maximiliano (1915), quando chegou a 48% da carga horária semanal. Por sua vez, o ensino de Ciências (Ciências Físicas e História Natural) justamente nessa reforma teve a sua menor porcentagem de carga horária, atingindo 12% do total apenas.

Segundo Lopes (2007), esse quadro pode ser compreendido em função da visão que se tinha a respeito das ciências. A autora (2007, p. 82) considera que historicamente “as ciências foram associadas ao fazer, e não ao pensar, e adquiriram o papel de preparadoras para o trabalho, enquanto o saber letrado foi considerado o preparador do espírito”. Nota-se que a concepção de ciência utilitária, tão presente no início do século XIX, ainda se mantinha presente um século após.

A perpetuação desse quadro derivava-se em parte da própria ausência de uma atividade científica estruturada em nosso país que, mesmo independente politicamente, mantinha sua dependência externa para a formação de seus próprios cientistas. Carvalho e Martins (2004) destacam que essa dependência colonial de ciência obrigava os poucos cientistas brasileiros³⁶ a buscar formação fora do país e, conseqüentemente, trabalhar em problemas e campos de pesquisa delimitados pela pesquisa estrangeira.

Ribeiro (1958) destaca que a gênese da presença da Física em território brasileiro foi impactada pelos problemas que marcaram a própria introdução da pesquisa científica ao longo da segunda metade do século XIX. Segundo o autor, a pesquisa em Física no primeiro quartel do século XX estava restrita aos trabalhos de pesquisadores isolados, sobretudo de professores das escolas superiores cujo tempo para dedicação à pesquisa era pequeno.

³⁵ Em seu trabalho, Lopes (2007) entende por “Humanidades” o conjunto de disciplinas que versam sobre as línguas vivas e mortas. A autora problematiza, a partir da análise da porcentagem de carga horária semanal, como as reformas educacionais no início do XX carregam consigo as tensões entre a presença de disciplinas científicas e a presença hegemônica de disciplinas de Humanidades, bem como essa relação vai sendo moldada ao longo da primeira metade do século.

³⁶ Convém observar aqui que tal aspecto se derivava do modelo econômico vigente no Brasil no contexto da República Velha. Mesmo com o fim da escravidão em 1888, o predomínio do modelo agrário-exportador não fomentou o interesse dos dirigentes por escolarização universal, nem numa política de desenvolvimento científico e tecnológico. Carvalho e Martins (2004) destacam que algumas exceções ocorreram nesse contexto pragmático e imediatista no início do século XX, quando da criação de algumas instituições como o Instituto Agrônomo de Campinas. Mesmo assim, os autores apontam que havia uma falta de compreensão do papel social da ciência traduzida pela falta de uma política científica para a nação.

No que se refere à presença da Física na educação secundária, a Reforma Rocha Vaz (1925) representou um marco importante para o seu ensino, pois com ela a Física passaria a ser ofertada como disciplina separada da Química. Uma análise feita a partir do Decreto Presidencial³⁷ que estabelece elementos dessa Reforma, permite constatar que a disciplina de Física estava prevista para ser ofertada no 4º e no 5º ano do curso secundário.

Lopes (2007) destaca que essa reforma rompeu com a tradição em vincular simultaneamente os estudos de Física e Química numa mesma disciplina, os quais se davam sem nenhuma integração. Entretanto, a autora destaca que a referida reforma enfrentou dificuldades para a sua implementação. Por sua vez, Lorenz (1995) destaca que na Reforma Rocha Vaz se interrompeu a tendência manifestada pelas reformas ocorridas desde 1899 em reduzir a carga horária das disciplinas científicas.

Entretanto, Almeida Jr. (1980) observa que

Todas as reformas do ensino secundário, no primeiro período republicano, mostraram grande hesitação além de absoluta falta de espírito de continuidade no estudo e nas soluções dos problemas fundamentais de organização educacional, quando não ofereciam diretrizes e quadros esquemáticos excessivamente rígidos que cerceavam a liberdade das escolas organizarem seus laboratórios e desenvolverem seus próprios métodos. A educação ilusoriamente científica de inspiração comteana ficou longe de realizar uma legítima formação de cientistas por meio de profundos estudos das ciências exatas, sem detrimento da parte experimental, que é a própria instrumentalização dessas ciências (ALMEIDA JR., 1980, p. 58-59).

Em suma, embora houvesse sinalização de uma possível melhoria no cenário educacional para o ensino de Física ao final da República Velha, o período em si não representou avanços para o país. Alterações significativas no âmbito educacional passariam a ocorrer a partir da Revolução de 1930, em especial a partir da Reforma Francisco Campos.

3.2.2 A presença da Física no currículo escolar brasileiro: da Reforma Francisco Campos às implicações da Lei nº 5.692/1971

A educação no Brasil experimentou um processo de mudança gradual a partir da década de 1930. Esse processo foi impactado em grande parte pelos movimentos

³⁷ BRASIL. Decreto nº 16.782-A, de 13 de janeiro de 1925. Estabelece o concurso da União para a difusão do ensino primário, organiza o Departamento Nacional de Ensino, reforma o ensino secundário e superior e dá outras providências.

culturais que se desenvolveram após o final da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), bem como pela Revolução de 1930, que conduziu Getúlio Vargas ao poder.

Carvalho e Martins (2004) destacam que os movimentos culturais da década de 1920 tiveram importante repercussão nos campos educacional, científico e, posteriormente, tecnológico. Destacam os autores que em 1922 a Sociedade Brasileira de Ciências foi transformada em Academia de Ciências, ao passo que em 1924 foi criada a Associação Brasileira de Educação, por meio da qual se iniciou as discussões para a criação de uma futura Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

Os movimentos culturais que se desenvolveram a partir de então trouxeram consigo uma ideologia que conflitava com a ala conservadora existente no país. A respeito, Aranha (2006) destaca que as discussões promovidas ao final da República Velha foram marcadas pelo confronto entre os defensores da pedagogia tradicional (em geral católicos conservadores) e os defensores liberais do movimento da Escola Nova. Segundo a autora, em meio ao debate o governo estruturava as suas reformas educacionais.

Nesse contexto de conflito entre a ala conservadora e a ala liberal se deu a publicação do Manifesto³⁸ dos Pioneiros da Educação Nova, em 1932. Assinado por vinte e seis educadores, entre eles Fernando de Azevedo e Anísio Teixeira, o documento em questão defendia o ensino público, obrigatório, gratuito e laico como dever do Estado a ser implantado em âmbito nacional. Segundo Aranha (2006), o Manifesto almejava superar o caráter discriminatório e antidemocrático da educação brasileira ao defender a escola unitária comum a todos, permitindo ao jovem continuar seus estudos numa formação acadêmica e profissional, buscando superar a discriminação institucionalizada segundo a qual havia cursos superiores apenas para a elite e cursos profissionalizantes para os pobres.

3.2.2.1 A presença da Física no currículo escolar sob a vigência da Reforma Francisco Campos

Com a Revolução de 1930 e a instauração do governo provisório sob a chefia de Getúlio Vargas foram realizadas alterações significativas na educação brasileira, principalmente a partir da criação do Ministério da Educação e Saúde Pública. Essa

³⁸ O texto do Manifesto pode ser obtido em <www.histedbr.fe.unicamp.br/revista/edicoes/22e/doc1_22e.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2018.

pasta teve como seu primeiro titular o ministro Francisco Campos, que editou um conjunto de decretos-lei conhecidos posteriormente por Reforma Francisco Campos.

Na exposição de motivos da proposição do Decreto-Lei que instaura a reforma do Ensino Secundário, Francisco Campos argumenta:

Certamente, um ensino que tenha por base a memorização, por fim a comunicação de noções, de conceitos e de fórmulas, um ensino finalmente que considere o espírito como um frigorífico destinado a conservar o material morto de categorias, fórmulas e soluções, pode ser ministrado em tempo muito mais curto do que aquele que tem por fim desenvolver e alargar o espírito, ensinar e exercer os processos de aquisição, fazer funcionar os conceitos propondo problemas e questões em cujo contexto tenham oportunidade de entrar em ação, um ensino finalmente, que se proponha desenvolver-se sobre bases dinâmicas, no seguro pressuposto de que só se aprende o que se pratica. [...] Os planos de estudo passam, também a ser remodelados, permitindo a duração do curso melhor seriação das matérias [sic], cujo crescimento se fará assim, mais lentamente e, portanto, com maior proveito e segurança. Foi possível, também, graças ao aumento na duração do curso, dar a devida importância ao estudo das ciências físicas e naturais, sendo o conhecimento dos seus métodos e dos processos mentais que elas implicam cada vez mais úteis e necessários (BRASIL, 1942b, p. 641-642).

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

Tomando como referência o Decreto-Lei nº 19.890/1931, que versou sobre a organização do Ensino Secundário do Brasil no início da década de 1930, com vistas ao atendimento das demandas econômicas impostas ao Brasil àquele momento, é possível identificar em sua análise a tentativa de superação da cultura dos cursos preparatórios e dos exames admissionais parcelados (BRASIL, 1942a). Na exposição de motivos, Francisco Campos destaca que “se, portanto, é dever da escola formar cidadãos ou educar para a democracia, ela só o fará não por meio de pregações, sermões, conferências ou lições, mas organizando-se democraticamente e praticando, de modo efetivo e prático, a democracia” (BRASIL, 1942b, p. 641).

Essa reforma estruturou o ensino secundário em dois ciclos: fundamental e complementar. Constituído em cinco séries, o primeiro ciclo seria obrigatório para o

ingresso em qualquer escola superior. Por sua vez, o ciclo complementar era constituído por duas séries e sua configuração dependia da opção de curso superior que o estudante pretendia (curso jurídico; medicina, farmácia e odontologia; engenharia e arquitetura). Para esses cursos, o decreto-lei elencava as disciplinas obrigatórias a serem cursadas no curso complementar, ao passo que casos omissos ficavam a encargo da Faculdade de Educação, Ciências e Letras decidir.

Romanelli (2013) destaca que a Reforma Francisco Campos foi responsável por instituir a organicidade do ensino secundário por meio do estabelecimento do currículo seriado, da obrigatoriedade da frequência, bem como da habilitação nos dois ciclos para admissão no ensino superior. A respeito, Dallabrida (2009) destaca que, até então, a cultura escolar do ensino secundário era marcada pelo regime de cursos preparatórios e exames parcelados, cuja frequência às aulas não era obrigatória e os alunos escolhiam o liceu onde prestariam os exames. O autor destaca que algumas tentativas foram feitas na República Velha para pôr fim a essa cultura, entretanto sem lograr êxito.

A oferta de disciplinas científicas no ensino secundário a partir da Reforma Francisco Campos teve um discreto aumento de carga horária, passando para 18,7% da carga horária semanal, conforme registrou Lopes (2007), ante 16,3% na situação anterior. O texto do Decreto nº 19.890/1931 apresenta a distribuição das matérias por série no curso fundamental do ensino secundário. Em todas as séries encontram-se presentes disciplinas científicas. Nas duas primeiras séries está contemplada a matéria Ciências Físicas e Naturais, ao passo que em cada uma das três últimas séries são ofertadas as matérias Física, História Natural e Química. No curso complementar, a disciplina de Física aparece como requisito obrigatório para estudantes interessados em prestar seleção admissional para os cursos superiores de medicina, farmácia, odontologia, engenharia e arquitetura.

Conforme base no Decreto-Lei nº 19.890/1931, foi expedida Portaria Ministerial específica sobre os programas do curso fundamental do ensino secundário. No que se refere à disciplina de Física, sua proposta curricular explicita que o ensino deve atender a um duplo objetivo: ministrar aos estudantes o conhecimento científico dos fenômenos físicos e iniciá-los na prática do método experimental (BRASIL, 1942c). Nesse documento observa-se que a concepção da Física se alinha à concepção epistemológica de ciência predominante no início do século XX, de matriz empírico-indutivista.

Segundo a referida Portaria Ministerial, a presença da Física no currículo se justifica por ser uma introdução necessária ao ensino das Ciências Naturais, cujo estudo “cada vez mais se faz imprescindível pela importância preponderante que exerce no desenvolvimento da técnica industrial moderna e no bem-estar próprio da nossa época” (BRASIL, 1942c, p. 167).

No que se refere aos encaminhamentos didático-metodológicos, o documento ressalta, além da resolução de problemas, a importância de se levar em consideração a dimensão experimental, sugerindo inclusive a utilização de dispositivos improvisados com recursos comuns, tendo em vista o grande potencial educativo da Física, deixando em destaque que

Nos trabalhos de demonstração executados pelo professor ou pelos alunos, em exercícios práticos, devem se preferir as investigações das leis e das propriedades gerais dos fenômenos à determinação de constantes físicas, não só porque as primeiras se referem a conhecimentos fundamentais e, por isso, são mais educativas, como ainda porque despertam o senso crítico e exigem maior análise reflexiva, enquanto as segundas, além de restritas a casos concretos, apenas correspondem à repetição monótona de determinadas técnicas, desprovidas de atrativo. Não há esquecer que o ensino obedeça sempre ao princípio de que é mais útil e duradouro o conhecimento do processo, aquisitivo da investigação do que a aquisição mesma de conhecimentos particulares, desarticulados. Isso não importa em desconhecer que os alunos precisam adquirir noção, cada vez mais clara, das grandezas físicas fundamentais, bem como das respectivas unidades, porquanto o espírito de rigor científico só se desenvolve pela prática das medidas (BRASIL, 1942c, p. 168).

A lista de tópicos elencados no programa da disciplina de Física para o curso fundamental na Reforma Francisco Campos contempla, para a terceira série, uma introdução geral no estudo dos fenômenos físicos, englobando conceitos de Mecânica, Termologia, Óptica, Acústica e Eletromagnetismo. Por sua vez, na quarta série são previstos estudos detalhados de Mecânica (Cinemática, Estática, Dinâmica e Gravitação), de Fluidos e de Termologia (Termometria, Calorimetria, Transformações Gasosas e Leis da Termodinâmica). Por fim, na quinta série são previstos estudos detalhados de Ondas Mecânicas, Óptica, Magnetismo e Eletricidade. A Física Moderna aparece de forma sutil no último tópico da quinta série, por meio de uma exposição sumária das teorias modernas da Física.

Romanelli (2013) observa que a Reforma Francisco Campos acabou por produzir um sistema de provas e exames ao invés de produzir efetivamente um sistema de ensino, em função do enciclopedismo presente nos cursos do ensino

secundário, que os elitizavam. A autora aponta que “o currículo enciclopédico, aliado a um sistema de avaliação extremamente rígido, controlado do centro, exigente e exagerado, quando ao número de provas e exames, fez que a seletividade fosse a tônica de todo o sistema” (ROMANELLI, 2013, p. 138).

A autora tece três críticas à Reforma Francisco Campos. Em primeiro lugar, ao deixar de lado o ensino primário, normal e profissional, a reforma tratou de organizar preferencialmente o sistema educacional das elites. Em segundo lugar, aponta que as ramificações do ensino médio (secundário e comercial) eram incomunicáveis entre si. Por fim, destaca que a reforma contribuiu para que a estrutura do ensino se tornasse ultrapassada, por não eliminar a concepção liberal-aristocrática presente e não se preocupar com a efetivação de um ensino médio técnico e científico, bem como por implantar uma estrutura de ensino altamente seletiva.

Para a compreensão mais aprofundada do processo de expansão do ensino secundário no Brasil a partir da década de 1930, se faz necessário analisar outros dois aspectos: a institucionalização da Ciência no Brasil e o surgimento das universidades em nosso país. Em conjunto com a expansão do ensino básico, esses dois processos permitem compreender melhor o contexto educacional brasileiro da primeira metade do século XX.

Conforme apresentado anteriormente, a institucionalização da ciência não encontrou terreno favorável no Brasil do século XIX. De acordo com Carvalho e Martins (2004), o prevalecimento de uma visão utilitária sobre a ciência contribuiu para reforçar a dependência colonial do Brasil em relação à Europa, sobretudo no início do século XX, em que as atividades científicas brasileiras se desenvolviam em função dos interesses delimitados pela pesquisa europeia.

Nesse sentido, as poucas iniciativas que se deram entre o início do Segundo Reinado e o final da República Velha esbarraram nas limitações do modelo econômico vigente, pautado na exportação da produção agrícola e que não demandava investigação e desenvolvimento no campo da tecnologia. Conseqüentemente, o processo de institucionalização da ciência no Brasil foi relativamente tardio.

Com base nas reflexões de analistas estrangeiros, Alfonso-Goldfarb e Ferraz (2002) destacam a respeito da compreensão das raízes históricas desse processo que, embora D. Pedro II mostrasse interesse em institucionalizar a ciência, o contexto brasileiro representava por si só um obstáculo para tal. Isso se devia às condições econômicas e materiais disponíveis para tal, aliadas à concepção de ciência

propagada na escolarização, que reduzia a atividade científica àquela expressa nos livros didáticos. Desse modo, no decorrer do século XIX e no início do século XX não houve substituição da visão utilitarista da ciência por um modelo que explorasse adequadamente as interfaces entre ensino e pesquisa, divulgação e aplicação do conhecimento, que promovesse a criação de universidades em território brasileiro.

O gradativo processo de substituição do modelo econômico agrário-exportador, ocorrido ao longo das primeiras décadas do século XX no contexto brasileiro, encontrou na década de 1940 um forte impulso para as atividades ligadas à indústria, sobretudo em função da Segunda Guerra Mundial. Entretanto, no que tange ao processo de institucionalização da ciência, esse não se fez tão presente no contexto, como ressaltam Alfonso-Goldfarb e Ferraz (2002) ao analisar a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN). Para os autores (2002, p. 11), a CSN “ao se pautar na transferência quase direta de tecnologia estrangeira não serviu como impulso a um processo de institucionalização que se adequasse às necessidades científicas e tecnológicas brasileiras”.

Elemento fundamental para a consolidação da ciência e da tecnologia, a presença de universidades em solo brasileiro também se deu tardiamente. Aranha (2006) aponta que, embora tenham sido criados cursos superiores ao longo do século XIX, as proposições legislativas para a criação de universidades brasileiras foram sendo recusadas, o que postergou o surgimento das primeiras instituições³⁹ para as primeiras décadas do século XX. É a partir de 1930 que se observa um maior empenho na organização das universidades brasileiras por parte do Estado⁴⁰.

Nesse contexto, a criação da Universidade de São Paulo (USP) é um acontecimento importante, pois se configura como a primeira instituição a existir no âmbito da nova regulamentação a partir da incorporação de diversas faculdades, dentre as quais a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo. Em relação a esse marco, Almeida Jr. aponta que:

³⁹ Aranha (2006) aponta que na década de 1920 foram criadas a Universidade do Rio de Janeiro (1920) e a Universidade Federal de Minas Gerais (1927). Por sua vez, Romanelli (2013) aponta a Universidade Federal do Paraná como a primeira universidade brasileira, a qual foi criada a partir da Lei Estadual nº 1.284/1912. Esse reconhecimento se deu apenas em 1946, em função das interpretações do Decreto-Lei nº 11.530/1915 que permitia a abertura de escolas superiores apenas em municípios com população superior a cem mil habitantes (o que não era o caso de Curitiba à época de sua promulgação).

⁴⁰ Nesse sentido, destaca-se os Decretos-Lei nº 19.851/1931 e 19.852/1931 promulgados no âmbito da Reforma Francisco Campos e que tratavam respectivamente do estatuto das universidades brasileiras e da organização da Universidade do Rio de Janeiro.

[...] houve importante transformação na estrutura do ensino profissional superior pela ligação orgânica da teoria e da prática assegurada pela aplicação imediata das lições nos laboratórios, pela organização do trabalho da pesquisa supervisionado pelos docentes estrangeiros contratados e pela colaboração obrigatória das indústrias e do estado na formação técnica e científica dos universitários (ALMEIDA JR., 1980, p. 63).

Segundo Almeida Jr. (1980), a fundação da USP representa um marco para o desenvolvimento da pesquisa acadêmica em Física no Brasil e também para a formação do professor secundário. Entretanto, salienta o autor, ela não foi capaz de dar conta da escassez de professores no estado de São Paulo, o que levou para as salas de aula, dentre outros profissionais, médicos, engenheiros e bacharéis em ciências sociais para ensinar Física.

Por outro lado, Ribeiro (1958) destaca que a partir da fundação da USP em 1934 iniciou-se uma fase decisiva para o desenvolvimento da pesquisa em Física no Brasil, sobretudo no campo experimental. Segundo ele, a fundação da USP compartilhada com a produção acadêmica da Universidade do Rio de Janeiro nesse campo, impulsionou⁴¹ a produção das pesquisas em Física no país, que cresceu mesmo durante a Segunda Guerra Mundial.

3.2.2.2 A presença da Física no currículo escolar sob a vigência da Reforma Capanema

Em relação ao ensino secundário e à presença da Física no currículo escolar, outro evento importante registrado na primeira metade do século XX foi a reforma educacional conduzida pelo então ministro Gustavo Capanema. Conhecida por Reforma Capanema, consistiu na promulgação de um conjunto de decretos-leis entre 1942 e 1946, conhecidos como Leis Orgânicas do Ensino.

Tais decretos⁴² foram editados no âmbito do Estado Novo e do governo provisório de José Linhares, buscando atender aos anseios da economia brasileira da

⁴¹ Segundo Ribeiro (1994), o desenvolvimento da pesquisa em Física no período anterior à fundação da USP, sobretudo referente ao século XIX, foi basicamente marcado pela produção de trabalhos esparsos de pesquisadores que versaram sobretudo sobre Física-Matemática. Esses pesquisadores, entretanto, não formaram escola ou grupos de pesquisa.

⁴² Romanelli (2013) aponta os decretos que compõem a Reforma Capanema: Decreto-Lei nº 4.073/1942 (trata da organização do ensino industrial); Decreto-Lei nº 4.048/1942 (trata da instituição do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial); Decreto-Lei nº 4.244/1942 (trata da organização do Ensino Secundário); Decreto-Lei nº 6.141/1943 (trata da reforma do ensino comercial); Decreto-Lei nº 8.529/1946 (Lei Orgânica do Ensino Primário); Decreto-Lei nº 8.530/1946 (Lei Orgânica do Ensino Normal); Decretos-Lei nº 8.621 e 8.622/1946 (criam o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial); Decreto-Lei nº 9.613/1946 (Lei Orgânica do Ensino Agrícola).

década de 1940 que demandava aumento na atividade industrial. A respeito, Romanelli (2013) aponta que a Segunda Guerra Mundial comprometeu o volume de importação brasileiro o que, em conjunto com o aumento do consumo da população, demandou o desenvolvimento de atividade industrial nacional.

De acordo com essa autora, a Reforma Capanema expressa o entendimento de que cabia ao ensino secundário a função de proporcionar uma formação pautada na cultura geral e humanística, bem como alimentar uma ideologia política patriótica e nacionalista. Esse ensino deveria proporcionar condições para o ingresso no ensino superior, bem como a formação de lideranças futuras. Porém, ao incentivar a presença de escolas de aprendizagem em paralelo ao ensino primário, sobretudo gerenciadas pelo sistema de educação profissional e destinadas às camadas populares, essa reforma reforçou a ideia de que o ensino secundário se destinava às elites.

Publicado em 9 de abril de 1942, o Decreto-Lei nº 4.244 apresenta uma reestruturação do ensino secundário, propondo a organização dessa etapa de escolarização em dois ciclos: ginásial e colegial, ofertados em estabelecimentos distintos, ginásio e colégio, respectivamente. De acordo com o referido decreto, o curso ginásial seria estruturado em quatro séries, contemplando em sua totalidade treze disciplinas organizadas em três blocos: Línguas (Português, Latim, Francês e Inglês); Ciências (Matemática, Ciências Naturais, História Geral, História do Brasil, Geografia Geral e Geografia do Brasil); Artes (Trabalhos Manuais, Desenho e Canto Orfeônico). Entretanto, a oferta de Ciências Naturais se dava apenas na terceira e na quarta série do ciclo.

Por sua vez, o ciclo colegial estava organizado em dois cursos paralelos com duração de três anos cada, dos quais o estudante cursaria apenas um. A Lei Orgânica do Ensino Secundário destaca que o ciclo colegial visava consolidar a educação ministrada no curso ginásial, seja no âmbito das Letras e da Filosofia pelo curso clássico, seja por um maior aprofundamento em Ciências Naturais pelo curso científico. Em ambos os casos, as disciplinas⁴³ previstas para serem desenvolvidas no ciclo colegial eram: Português, Francês, Inglês, Espanhol, Matemática, Física, Química, Biologia, História Geral, História do Brasil, Geografia Geral, Geografia do Brasil, Filosofia e Desenho. A ênfase dada a cada uma delas variava em função de

⁴³ Além dessas disciplinas, o Decreto-Lei nº 4.244/1942 destaca que no curso clássico eram ofertadas também as disciplinas de Grego e Latim.

cada curso. Contudo, em seu conjunto o ensino secundário era predominantemente humanista e enciclopédico. Nesse sentido, Romanelli chama a atenção que

Era indisfarçável, como se vê, o caráter de cultura geral e humanística dos currículos, mesmo no curso chamado científico. Além disso, sobressaiam, nos dois níveis, uma preocupação excessivamente enciclopédica e ausência de distinção substancial entre os dois cursos: o clássico e o científico. Finalmente, o currículo não era diversificado, nem sequer quanto aos níveis, sendo praticamente as mesmas as disciplinas em quase todas as séries (ROMANELLI, 2013, p. 162).

Na exposição de motivos da Lei Orgânica do Ensino Secundário, Capanema aponta que em 1931 existiam no país menos de duzentas escolas secundárias e que, nos dez anos de vigência da Reforma Francisco Campos, esse número quadruplicou. Em sua análise, destaca a importância de nessa etapa de escolarização formar nos estudantes uma sólida cultura geral, pautada sobretudo pelas Humanidades⁴⁴, com vistas a elevar a consciência patriótica. Segundo ele, essa seria a finalidade do ensino secundário (BRASIL, 1952a).

Segundo o documento, a existência de dois cursos no segundo ciclo deve ser entendida não como dois rumos diferentes da trajetória escolar, mas como duas possibilidades de ênfases a serem ofertadas, que não implicariam necessariamente na restrição de acesso ao ensino superior. A opção por ênfases no conhecimento buscava respeitar a vocação do estudante ainda que, por razões práticas de ordem estrutural, a ênfase a ser cursada pelo estudante poderia ser determinada pela disponibilidade de cada escola.

Observa-se nessa exposição de motivos que são dispensados tratamentos distintos para o ensino de Humanidades e para o ensino de Ciências Naturais. Enquanto as Humanidades são exaltadas em função do seu potencial formativo para o estudante, sobretudo pela sua importância para o desenvolvimento do sentimento de patriotismo, o ensino de Ciências Naturais não goza da mesma importância atribuída.

No ciclo ginasial, o documento entende que apenas noções elementares de ciências devem ser abordadas com os estudantes. Por sua vez, no ciclo colegial (tanto no curso clássico como no científico), embora a presença de disciplinas científicas

⁴⁴ Nesse sentido, Capanema aponta para a formação de uma cultura geral nos estudantes como eixo central do Ensino Secundário. Para tal, o ministro destaca ser necessário apresentar aos estudantes as humanidades antigas e as humanidades modernas, com vistas a elevar a consciência patriótica e a consciência humanística (BRASIL, 1952a).

seja mais criteriosa e detalhada, em especial no curso científico, a Reforma Capanema entende que a ênfase não deve ser exagerada, pois objetiva-se apenas propiciar uma formação científica básica, adequada a essa etapa de escolarização. A respeito da pouca ênfase de Ciências na Lei Orgânica do Ensino Secundário, Lopes aponta que

A orientação de Capanema se expressou nos currículos por intermédio da defesa dos estudos de Humanidades, entendidos como capazes de desenvolver o civismo, os valores tradicionais e a formação das mentes condutoras da nação. Dentro da concepção de ciência dominante, neutra e utilitária, tais objetivos não poderiam ser alcançados pelo ensino de Ciências (LOPES, 2007, p. 86).

Além de ser reduzida em relação à estrutura vigente na Reforma Francisco Campos, a proposta vinculada para o ensino de Ciências da Reforma Capanema visava uma formação cultural científica que assumia um viés utilitário apenas. Na exposição de motivos apresenta-se a ideia de que se deve almejar “uma conveniente cultura científica, que concorra para definir-lhes [nos estudantes] a madureza intelectual e que os habilite aos estudos universitários de qualquer ramo” (BRASIL, 1952a, p. 27).

Em relação à presença da disciplina de Física, a Lei Orgânica do Ensino Secundário previa sua oferta na segunda e terceira série do curso clássico e em todas as séries do curso científico. A carga horária semanal⁴⁵ da disciplina no curso clássico era de três aulas na 2ª série e duas aulas na 3ª série, ao passo que no curso científico era de três aulas na 1ª e 3ª séries e duas aulas na 2ª série. Os programas de estudo para a disciplina foram expedidos por meio de portarias ministeriais, conforme previsto no referido decreto-lei e foram publicados entre 1943 e 1951.

No âmbito da Reforma Capanema, a primeira versão dos programas de estudos para a disciplina de Física (cursos clássico e científico) foi publicada via Portaria Ministerial nº 170/1943. De acordo com esse documento, os conteúdos escolares de Física elencados para serem ensinados aos estudantes se agrupavam nas seguintes unidades temáticas: introdução à Física, Estática, Óptica Geométrica, Energia Térmica, Energia Cinética, Energia Elétrica, Física Ondulatória, Campos de Forças e Física Corpuscular (BRASIL, 1952d).

⁴⁵ Essa configuração encontra-se publicada na Portaria Ministerial nº 5/1946 (Brasil, 1952c). Vale ressaltar que a média da carga horária semanal nos cursos clássico e científico era de 27 aulas.

Essas unidades eram comuns tanto no curso clássico como no científico, sendo que nesse último era maior o aprofundamento dos conteúdos, bem como a presença de temas adicionais. Vale ressaltar que na referida portaria é possível identificar a presença de alguns tópicos decorrentes dos avanços da Física na virada do século XIX ao XX, como a constituição da matéria e os raios X, por exemplo.

A próxima alteração nos programas das disciplinas no âmbito da Reforma Capanema se deu com a publicação da Portaria Ministerial nº 966/1951. Em linhas gerais, esse documento apresenta uma remodelação dos programas do ensino secundário elaborada pela Congregação do Colégio Pedro II (BRASIL, 1952e). No que se refere à disciplina de Física, observa-se a preocupação em aproximar os conteúdos às finalidades do ensino secundário. O documento reconhece que a proposta anterior estava mais próxima do ensino superior.

Nesse sentido, algumas alterações foram feitas nos planos, no intuito de sintonizar as diferentes disciplinas em relação aos pré-requisitos necessários para o desenvolvimento dos conteúdos. A portaria se destaca por propor para o curso científico uma lista de tópicos a serem desenvolvidos por meio de práticas experimentais, as quais dependiam da presença de condições estruturais para a sua realização, o que as colocavam como atividades extracurriculares. Assim, a oferta de atividades experimentais no ensino de Física, além de ser restrita apenas aos estudantes que cursavam o ensino secundário científico, só poderia ser desenvolvida se os colégios dispusessem de infraestrutura para tal.

O artigo 5º da Portaria nº 966/1951 previa a elaboração e publicação de orientações complementares na forma de planos de desenvolvimento para cada disciplina do ensino secundário. Elaborados pela Congregação do Colégio Pedro II, esses planos foram publicados por meio da Portaria Ministerial nº 1.045/1951 e apresentavam, além dos tópicos a serem desenvolvidos para cada disciplina, considerações preliminares, bem como instruções metodológicas (BRASIL, 1952f).

Em relação à disciplina de Física, a referida portaria apresenta um maior detalhamento dos conteúdos previstos no programa. Todos os tópicos elencados se referem à conceitos científicos de Física Clássica e, também, à parte do desenvolvimento da Física ocorrido ao final do século XIX e nas primeiras décadas do século XX, especificamente radioatividade, efeito fotoelétrico, estrutura da matéria (incluindo a noção de nêutrons), ondas eletromagnéticas e suas aplicações (radiotelefonia, televisão, etc.).

No que se refere às instruções metodológicas para o desenvolvimento dos programas de Física no curso clássico e científico, o texto da Portaria nº 1.045/1951 encontra-se organizado num conjunto de dezenove recomendações a serem observadas e que se apresentam na forma de tópicos. Analisadas em seu conjunto, tais recomendações expressam a visão predominante de ciência do final da primeira metade do século XX: ciência de matriz neopositivista, matematizada, pautada na prática do método científico empírico-indutivista, rígida, algorítmica e que desconsidera o papel da história.

Percebe-se nesse documento que as finalidades dos estudos de Física estão fortemente voltadas para a preparação do futuro cientista e também para a prestação dos exames vestibulares, sobretudo em relação ao curso científico. Os conteúdos de Física elencados refletem um quadro teórico estável e consagrado da Física desenvolvida até então e a recomendação presente no documento é que o professor cuide para que “na exposição de teorias só devem ser apresentadas as que já estiverem consagradas, não sendo aconselhável a consideração de outras ainda em fase de investigação” (BRASIL, 1952f, p. 597).

Olhando em seu conjunto, a Reforma Capanema pode ser vista como uma tentativa do Estado para atender a demanda por industrialização, sobretudo ao se voltar para a formação do trabalhador. Nesse sentido, Aranha (2006, p. 307) destaca que “se a lei despertava otimismo, os fatos nem tanto. As inúmeras dificuldades para a sua aplicação se deviam, muitas vezes à inadequação à nossa realidade”. Por sua vez, Queiroz (2016) destaca que a Reforma buscou reorganizar todos os níveis de ensino, dando ênfase ao ensino profissional ao mesmo tempo em que reestabeleceu a postura conservadora da educação, imprimindo um caráter clássico e humanista.

Com base em Nunes (1962), Queiroz (2016) destaca que em seu conjunto a Reforma Capanema representou um retrocesso para a educação brasileira, na medida em que, embora afinada com o momento político vivido no país, não esteve em sintonia com a situação econômica brasileira. Para o ensino de Ciências em geral, ela representou um retrocesso em relação à Reforma Francisco Campos, na medida em que a presença de Ciências Naturais sofreu uma redução no currículo do ensino secundário como um todo. Isso se deve ao cenário político brasileiro da primeira metade da década de 1940, marcado pela presença de um regime ditatorial no qual o patriotismo era valorizado. Nesse sentido, as Humanidades foram associadas ao nacionalismo.

Se no Estado Novo as Humanidades foram associadas ao nacionalismo por meio do desenvolvimento da consciência patriótica, Lopes (2007) aponta que no período pós-guerra as ciências foram associadas à democracia, sobretudo quando vinculadas ao desenvolvimento científico e tecnológico. A demanda por educação em Ciências passou a aumentar a partir da década de 1950, sobretudo em função do processo de polarização que se seguiu ao final da Segunda Guerra Mundial e que caracterizaria o período de Guerra Fria.

Um fato importante para o ensino de Ciências no Brasil que ocorreu no início do curto período de redemocratização (1945-1964) foi a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) em 1946, no governo Dutra. Segundo Barra e Lorenz (1986), a importância desse acontecimento está no fato de que o referido instituto visava a melhoria da formação científica dos estudantes que ingressariam no ensino superior, contribuindo assim para o desenvolvimento nacional.

Os autores observam que a principal atividade desenvolvida nessa instituição foi a produção de material didático, o qual contribuiria para a melhoria do ensino de ciências nas escolas brasileira ao introduzir o método experimental em sala de aula. Contudo, eles apontam que a legislação educacional vigente representava um obstáculo para a introdução de novos materiais e metodologias na educação em Ciências, por estar pautada em programas de estudo com ênfase em aulas expositivas e resolução de exercícios subsidiados por materiais franceses. Esse cenário mudaria apenas a partir da década de 1960.

Sintetizando, as transformações econômicas impetradas no contexto brasileiro já eram assimiladas na década de 1930. Entretanto, foi a partir de meados do século XX que em seu conjunto político, econômico e social, tais transformações passaram a demandar fortemente a escolarização da população brasileira. Nesse sentido, Queiroz (2016, p. 73) destaca que as mudanças “demandaram uma escola capaz de atender a uma quantidade maior de cidadãos, ‘forçando’ tentativas para a adoção de uma educação escolar mais democrática, uma vez que, até então, frequentar escola era um privilégio bastante restrito à elite”.

Entretanto, o ensino de Ciências no Brasil limitado até então em sua oferta por conta do baixo número de escolas secundárias, ainda preservava em sua essência a tradição herdada desde o período imperial. Delizoicov e Angotti (1990) apontam que o ensino de Ciências de então era marcado pela exposição teórica dos conteúdos, pela exaltação dos aspectos positivos da ciência e da tecnologia,

ignorando-se os aspectos negativos, baseando-se apenas em materiais europeus e com poucas atividades experimentais que visavam apenas a confirmação das teorias expostas. Destinado à população estudantil elitizada, visava capacitar os estudantes para os estudos superiores.

3.2.2.3 Implicações da Lei nº 4.024/1961 para a presença da Física no currículo escolar

Entre o fim do Estado Novo e o Golpe Militar de 1964, o Brasil viveu um período de transição marcado por instabilidades políticas, sobretudo nos inícios das décadas de 1950 e 1960. No plano econômico, Aranha (2006) destaca que o modelo nacional-desenvolvimentista passou a entrar em contradição com o processo de internacionalização da economia promovido sobretudo a partir do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), em que empresas multinacionais se instalaram no país.

Nesse período, uma nova Constituição foi promulgada (1946) a qual, segundo Romanelli (2013), se afastava fortemente da anterior por defender os valores democráticos e liberais. A respeito, Queiroz (2016, p. 75) destaca que a nova Carta Magna “caracterizada pelo liberalismo democrático pós-Estado Novo, dava maior ênfase à Educação tarefaando o poder público de promover o ensino primário, gratuito e para todos, e os secundários (ou ulteriores) para os que não pudessem arcar com os estudos”.

No que se refere à educação, a nova Constituição atribuía para a União a tarefa de legislar sobre as diretrizes e bases da educação nacional. O processo de construção de uma legislação específica iniciou-se em 1948 e foi concluído apenas em 1961, num momento político conturbado da recente redemocratização brasileira.

Sancionada em 20 de dezembro de 1961, a Lei Federal nº 4.024 se tornou a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB). Essa lei foi fruto de um período de longa discussão, marcado pelos interesses dos múltiplos grupos e segmentos da sociedade brasileira. Nesse sentido, Romanelli (2013) aponta que desde a apresentação do anteprojeto em 1948, o processo de tramitação e discussão que culminaria na sanção treze anos depois foi uma luta cheia de marchas e contramarchas e que, em sua opinião, um projeto de lei jamais foi tão debatido e

sofrido tanto reverses como esse⁴⁶, sobretudo em relação à laicidade do ensino e à escola pública.

A Lei nº 4.024/1961 organiza a escolarização de forma parecida com a legislação anterior, removendo a opção entre os cursos clássico e científico. De acordo com a nova legislação, o ensino se dividia em: educação pré-primária, para crianças de até sete anos de idade; ensino primário, obrigatório para crianças com sete anos; ensino médio, subdividido em dois ciclos (ginasial e colegial); e o ensino superior. O ensino médio era organizado em dois ciclos: ginasial, com quatro anos de duração e colegial, por sua vez, com três anos e que englobava o ensino secundário e técnico (BRASIL, 1961).

Aranha (2006) argumenta que, embora tenha sido inovador no momento de sua apresentação, à época de sua aprovação e sanção o anteprojeto estava envelhecido devido ao longo processo de tramitação, não correspondendo às reais necessidades da nação, decorrentes das rápidas mudanças no cenário econômico e urbano brasileiro. A autora destaca como ponto positivo na LDB a ideia de que o ensino secundário seria menos enciclopédico, com menos disciplinas. Entretanto, enumera sua principal desvantagem: o financiamento do Estado para a educação também deveria contemplar as escolas particulares.

A Lei nº 4.024/1961 determinou a criação de órgãos normativos para a educação brasileira como o Conselho Federal de Educação (CFE) e os Conselhos Estaduais de Educação (CEE). Esses órgãos teriam a função, dentre outras, de normatizar questões curriculares. Para o ensino médio, havia disciplinas comuns obrigatórias indicadas pelo CFE, bem como disciplinas a serem complementadas pelos CEE que indicariam, inclusive, quais seriam optativas e de livre escolha dos estabelecimentos de ensino.

A organização curricular dos ciclos ginasial e colegial foi normatizada pelo CFE em 1962. A Circular 01/1962 apresenta aos diretores dos estabelecimentos de ensino quatro hipóteses⁴⁷ de matrizes curriculares indicadas pelo CFE e homologadas pelo Ministério da Educação, todas com carga horária mínima de 24 horas semanais,

⁴⁶ Convém destacar que a análise da autora se situa no período 1930-1973.

⁴⁷ Embora a Lei nº 4.024/1961 previsse a possibilidade de diferentes configurações curriculares no ensino secundário, segundo Romanelli (2013), na prática, o CFE acabou por engessar essas possibilidades mediante a apresentação de quatro hipóteses para organização curricular dos ciclos ginasial e colegial. Para a autora, os quatro modelos propostos em pouco diferenciavam-se entre si e acabaram sendo adotados pela maioria das escolas.

ficando ao encargo de cada estabelecimento de ensino definir a carga horária de cada disciplina ou prática educativa (BRASIL, 1968a).

Em relação à presença de disciplinas científicas no ciclo ginásial, a Circular 01/1962 apresenta, nas quatro possibilidades de organização curricular indicadas, a disciplina Ciências (Iniciação à Ciência) nas duas primeiras séries do ciclo, bem como a disciplina Ciências Físicas e Biológicas na última série do ciclo. Indicadas pelo CFE, essas duas disciplinas eram de presença obrigatória nos currículos escolares ginásiais de todo o país, estando presentes nas quatro possibilidades de organização curricular.

Por sua vez, no ciclo colegial, a disciplina Ciências Físicas e Biológicas encontrava-se indicada em três hipóteses nas duas primeiras séries⁴⁸ do ciclo. Na outra hipótese de organização curricular, o CFE não prevê sua oferta, sugerindo como possibilidade de escolha para os estabelecimentos de ensino as disciplinas de Física, Química e Biologia. Entretanto, o artigo 46 da LDB prevê que é possível configurar uma estrutura curricular com um mínimo de cinco disciplinas. Nesse sentido, é possível ofertar no âmbito da Lei nº 4.024/1961 um curso colegial que não contemple estudo algum sobre Ciências Físicas e Biológicas, sem a disciplina geral de nome homônimo, bem como sem as disciplinas de Física, Química e Biologia que foram alocadas na parte complementar pelo CFE. Isso fica evidenciado na Circular 01/1962, quando esse documento considera em relação ao ciclo colegial que:

Também no segundo ciclo, é admissível variação na área das disciplinas complementares do sistema federal. Exemplo: na primeira hipótese em lugar de uma das disciplinas complementares (Física, Química e Biologia), poderá ser introduzida outra disciplina complementar, como desenho ou uma língua estrangeira moderna ou filosofia (BRASIL, 1968a, p. 34).

Embora esteja relacionada diretamente com uma das sete finalidades atribuídas à educação nacional pela Lei nº 4.024/1961, a educação científica sofreu um revés com a nova legislação educacional em termos de carga horária, quando comparada com as Reformas Francisco Campos e Capanema. Nesse sentido,

⁴⁸ De acordo com a Lei nº 4.024/1961 e com o Parecer nº 53/1962 CFE (Brasil, 1961, 1962), o currículo da terceira série do ciclo colegial seria organizado em função de aspectos linguísticos, históricos e literários, sendo de livre escola para o estabelecimento de ensino. Sua organização pode ser pautada em aspectos diversificados que visassem a preparação para o vestibular, podendo ser ministrada em colégios universitários. Convém destacar que o referido parecer enfatiza que, com o advento da LDB, a preocupação central do ensino secundário aos poucos estaria se voltando para a formação de uma cultura geral e que esse deve ser pensado independentemente da existência de escolas superiores.

Queiroz (2016) discorda de outros referenciais que atribuem à LDB um papel importante para o ensino de Ciências, pois no âmbito dessa legislação as disciplinas de Física, Química e Biologia foram marginalizadas, quando deixaram de integrar o núcleo comum obrigatório de disciplinas.

Por outro lado, ao revogar as portarias que normatizavam a adoção de programas oficiais, a referida LDB abriu espaço para a renovação do ensino de Ciências, por possibilitar que os estabelecimentos tivessem maior autonomia para a escolha dos conteúdos a serem abordados. Por meio do Parecer nº 23/1962, o CFE se posicionou acerca do novo entendimento contido na recém promulgada LDB: se por um lado não se aplicavam mais programas de estudo rígidos em termos de conteúdos e objetivos, por outro, a autonomia que trata a LDB no que se refere ao ensino básico seria limitada em função das definições do próprio CFE e dos CEE, que não se expressariam propriamente por meio de “programas minuciosos de cinco disciplinas que estabeleceu como obrigatórias, mas um plano geral em que se configurem os temas cujo tratamento lhe pareça fundamental , partes que são daquele conhecimento básico que devem ter os adolescentes” (BRASIL, 1968b, p. 189).

É importante destacar que, à época da sanção da primeira LDB, o Brasil se inseria no processo de renovação do ensino de Ciências protagonizado pelos Estados Unidos. Nesse sentido, Garcia (2012) destaca que o lançamento do *Sputnik*⁴⁹ (primeiro satélite artificial) pela União Soviética contribuiu para acelerar reformas promovidas no contexto norte-americano, promovendo-se uma guinada de enfoque para os conteúdos científicos, em detrimento de aplicações na vida cotidiana. Esse movimento influenciou o mundo ocidental, sobretudo os países sujeitos às esferas de dependência econômica e político-cultural dos Estados Unidos.

De acordo com Barra e Lorenz (1986), a recém promulgada LDB possibilitou ao IBEC uma excelente oportunidade de introduzir nas escolas brasileiras os materiais já adotados em outros países. Isso não ocorria até então em função do engessamento dos programas oficiais que dificultava a presença de novos materiais didáticos. A revogação da obrigatoriedade da adoção dos programas oficiais possibilitou às escolas maior liberdade na escolha dos materiais didáticos. No caso

⁴⁹ Chassot (2004) aponta a respeito que, em resposta ao lançamento do *Sputnik*, o presidente Eisenhower envolveu os Estados Unidos na disputa espacial, criando a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), dotando-a de um dos maiores orçamentos da história do país. O autor cita como avanços tecnológicos decorrentes da corrida espacial o transistor, os chips, a robótica, entre outros.

do ensino de Física, os autores constataam que entre 1964 e 1971 foram impressos mais de 400 mil exemplares dos quatro volumes do *Physical Science Study Committee* (PSSC), o que reforça a tese de que houve um esforço para a divulgação das traduções de materiais norte-americanos.

Todavia, convém salientar também que a herança propedêutica tão presente no ensino brasileiro até então se manteve no âmbito da Lei nº 4.024/1961. Com isso, as disciplinas científicas presentes no ciclo colegial (quando estivessem) estariam focadas em grande medida na preparação para os exames vestibulares para fins de acesso ao ensino superior, não estando voltadas para a formação do cidadão comum. Sua oferta esbarraria também em questões práticas como a disponibilidade de professores formados, bem como de recursos materiais.

3.2.2.4 Implicações da Lei nº 5.692/1971 para o ensino de Física

No Brasil, a década de 1960 foi marcada por uma guinada ideológica, sobretudo a partir de 1964, quando foi instaurada no país a Ditadura Militar (1964-1985). No âmbito do novo regime, a educação foi impactada pelos acordos MEC-USAID⁵⁰. Segundo Romanelli (2013), nesse contexto a educação passou a ser vista como fator de desenvolvimento e os acordos objetivaram estruturar medidas para adequar o sistema educacional ao modelo do desenvolvimento econômico que se consolidava no país.

Aranha (2006) aponta que o Golpe de 1964 trouxe impactos sensíveis para a educação. Ao permitir a entrada massiva do capital estrangeiro, liquidando assim o modelo nacional-desenvolvimentista, os governos militares implementaram um conjunto de medidas na área da educação que visavam adequar o país às necessidades do capital externo. Dentre tais medidas é possível citar a Reforma Universitária (Lei nº 5.540/1968), a Reforma do Ensino Básico (Lei nº 5.692/1971) e as mudanças no processo do concurso vestibular (Decreto nº 68.908/1971).

⁵⁰ De acordo com Romanelli (2013), os acordos MEC-USAID foram firmados entre o então Ministério da Educação e Cultura do Brasil e a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID). Totalizando doze acordos, estes foram pactuados entre 1964 e 1968, permitindo à USAID atingir todo o sistema de ensino brasileiro, em todos os níveis e etapas, bem como realizar a reestruturação do sistema, incluindo o controle do conteúdo geral do ensino. Observa-se que a USAID seguiu no Brasil as diretrizes adotadas em outros países, o que resultou em benefícios maiores para os Estados Unidos do que para o país supostamente beneficiado, com a convivência e atuação de brasileiros, sobretudo ligados aos governos militares.

No que se refere ao ensino básico, as medidas adotadas pelos governos militares buscaram aplicar na escola os princípios do modelo empresarial. Aranha (2006, p. 315) aponta que “para inserir o Brasil no sistema do capitalismo internacional, seria preciso tratar a educação como capital humano. Investir em educação significa possibilitar o desenvolvimento econômico”. Nesse sentido, para atender a demanda por capital humano, foram aplicados os princípios do tecnicismo⁵¹.

Decorreram dos trabalhos de cooperação técnica entre o MEC e a USAID a necessidade de se reestruturar o ensino básico, com vistas a conter a demanda pelo ensino superior. Imposta pelo Governo Costa e Silva através da Lei nº 5.540/1968, a Reforma Universitária reestruturou as universidades, extinguindo as cátedras e criando departamentos, visando aplicar o modelo empresarial na educação superior. Entretanto, por si só ela não era suficiente para atender às exigências pactuadas nos acordos MEC-USAID, sendo necessário proceder com reformas também no ensino secundário. Romanelli (2013) destaca o Relatório Meira Matos, que já sinalizava a necessidade de se conter a demanda crescente pelo ensino superior decorrente do processo de expansão da oferta de escolarização. O aumento nos excedentes nos exames vestibulares⁵² implicava em maior pressão para a expansão do ensino superior, ao passo que ao mesmo tempo não atendia às demandas do modelo econômico vigente no final da década de 1960. Nesse sentido, seria necessário reestruturar o ensino secundário com vistas a qualificar os estudantes para o trabalho, dando-lhes oportunidade de serem absorvidos pelo mercado, ao invés de migrarem para cursos superiores.

É nesse contexto que foi gestada a Reforma do Ensino Secundário. Sancionada no período de maior repressão da Ditadura Militar, a Lei nº 5.692/1971 revogou grande parte dos dispositivos da LDB, reestruturando o ensino básico e ampliando a sua obrigatoriedade para oito anos. Os ciclos primário e ginásial passaram a compor o 1º Grau, ao passo que o colegial passou a ser designado como 2º Grau e o exame admissional para o ingresso no curso ginásial foi abolido.

⁵¹ Segundo Aranha (2006), o tecnicismo se sustenta em torno da filosofia positivista e da psicologia behaviorista.

⁵² Com vistas a solucionar a questão dos excedentes - alunos que realizaram o concurso vestibular e atingiram média mínima para ingressarem nos cursos superiores e não o lograram por falta de vagas - a política adotada pelo regime de exceção na década de 1960, sob orientação técnica da USAID culminou na Reforma Universitária e na Reforma do Ensino Secundário. O Decreto-Lei nº 68.908/1971 (Brasil, 1971b) se insere nesse contexto, impondo uma nova regulamentação ao concurso vestibular. Esse concurso se faria em função de processo classificatório, com o aproveitamento dos candidatos até o limite das vagas fixadas em edital, eliminando, assim, o problema dos excedentes.

Romanelli (2013) aponta que com a Lei nº 5.692/1971 eliminou-se o dualismo existente entre a escola secundária e a escola técnica, uma vez que essa reforma visava, antes de tudo, preparar os alunos para o trabalho e formar capital humano. Nesse sentido, a própria legislação é explícita ao indicar que a escolarização deve, obrigatoriamente, conduzir a uma formação técnica em grau médio. A autora indica dois princípios que sustentam a nova legislação educacional: (i) **continuidade**, que se faz presente na estrutura como um todo da organização curricular, partindo de uma base geral mais ampla nas primeiras séries do 1º Grau e que converge para a formação técnica ao final do 2º Grau; (ii) **terminalidade**, na medida em que cada nível é terminal, isto é, possibilita uma formação a qual capacite o estudante para o exercício de uma atividade.

De acordo com a Lei nº 5.692/1971, a estrutura curricular do ensino de 1º e 2º Grau deve ser composta por um núcleo comum obrigatório em âmbito nacional, no qual deve ser agregada uma parte diversificada, visando assim contemplar aspectos regionais e locais. Ao CFE foi mantida a prerrogativa de fixar para cada grau as matérias do núcleo comum, definindo seus objetivos e sua amplitude. Os CEE regulamentariam as matérias que poderiam compor a parte diversificada, à escolha dos sistemas de ensino (BRASIL, 1971a).

O artigo 5º da Lei nº 5.692/1971 trata da articulação entre a formação de educação geral e a formação especial (profissional). No ensino de 1º Grau, as séries iniciais teriam a presença exclusiva de disciplinas de educação geral, ao passo que nas séries finais tal presença seria predominante, abrindo espaço para formação especial que visasse sondar possíveis aptidões e iniciação para o trabalho. Por sua vez, no ensino de 2º Grau a prevalência seria da parte de formação especial, visando dar habilitação profissional ao estudante, em consonância com as necessidades do mercado de trabalho local ou regional.

A Lei nº 5.692/1971 atribuiu ao CFE a tarefa de propor a estruturação curricular. A primeira normativa efetiva nesse sentido se deu ainda em 1971 por meio do Parecer nº 853/1971 e da Resolução nº 08/1971. Em seu conjunto, esses dois documentos apresentaram a proposta de fixação do núcleo comum para os ensinos de 1º e 2º Graus, que deveria contemplar obrigatoriamente três matérias: Comunicação e Expressão; Estudos Sociais; Ciências.

No âmbito da Lei nº 5.692/1971, o termo “matéria” não é sinônimo de “disciplina”. O Parecer nº 853/1971 entende por **matéria** todo campo de

conhecimentos elencado pelo CFE ou CEE (em alguns casos acrescentados pela escola) que se torna didaticamente assimilável na forma de atividades, áreas de estudo ou disciplinas nos currículos escolares. Segundo o referido parecer,

No início da escolarização, as Ciências (p. ex.) só podem ser tratadas em termos de atividades, isto é, como vivência de situações e exercícios de manipulação para explorar a curiosidade, que é a pedra-de-toque do método científico. Sempre que oportuno, essas experiências já podem ser objeto de uma incipiente sistematização partida mais do aluno que do professor, embora sob a direção estimulante deste último. À medida que se esboçam certos setores ainda não claramente individualizados e tais sistematizações se tornam mais frequentes, pelo amadurecimento natural do educando, já temos a área de estudos (Ciências Exatas e Biológicas, p. ex.); e nessa progressão se chegará à predominância do sistemático sobre o ocasional, com visão cada vez mais nítida de cada subárea (Matemática, Física, Química, Biologia, por ex.) ou disciplina (BRASIL, 1971c, p. 170).

Nesse sentido, as matérias indicadas pelo CFE são abordadas da maior para a menor amplitude ao longo do percurso formativo que parte da 1ª série do 1º Grau até a 3ª série do 2º Grau. A abordagem por meio de atividades, áreas de estudo e disciplinas, respectivamente, representa um processo decrescente em relação ao campo do conhecimento que se dá à medida que o processo de escolarização avança. Assim, a disciplina seria a abordagem de menor amplitude em que a aprendizagem seria pautada pelos conhecimentos sistemáticos.

Especificamente em relação à matéria Ciências, o CFE apresenta na Resolução nº 08/1971 a proposta de sua abordagem. Nas séries iniciais do 1º Grau, essa matéria deve ser desenvolvida na forma de atividades que contemplem iniciação às Ciências (incluindo Matemática). Nas séries finais do 1º Grau, sua abordagem deve se dar sob a forma de áreas de estudos (Matemática e Ciências). Por sua vez, no 2º Grau deve ser ofertada como disciplina (Ciências Físicas e Biológicas), respeitando a ênfase profissional a ser dada nessa etapa formativa.

Analisando especificamente o ensino do 2º Grau, percebe-se que, de acordo com o Parecer nº 853/1971 e a Resolução nº 08/1971, não há, em princípio, espaço para a disciplina de Física, tal como havia num período anterior. Entretanto, a Resolução nº 08/1971 prevê que a disciplina Ciências Físicas e Biológicas poderia ser desmembrada em disciplinas instrumentais na parte de formação especial, em função da habilitação profissional pretendida. Desse modo, é possível afirmar que a Física Escolar aparece diluída no ensino de 1º Grau, e como parte (conteúdos) da disciplina

Ciências Físicas e Biológicas no ensino de 2º Grau, podendo, inclusive, assumir o status de disciplina instrumental. Segundo o Parecer nº 853/1971,

A Física e a Geografia são disciplinas gerais, porém ganharão evidentes conotações instrumentais, e portanto especiais, quando encaradas à luz de habilitações em Mecânica e Geologia. Tanto a Física, a Geografia e as línguas, como a Matemática ou a História são suscetíveis de definir-se diretamente como especialidades no ensino superior. De certo modo, esta possibilidade de uma especialização no geral poderá também ocorrer no 2.º grau, a título de 'aprofundamento'; mas só 'excepcionalmente' (art. 5.º, § 3.º), sob condições de cautela capazes de preservar o sentido novo que se passou a atribuir ao ensino desse nível. A regra é a habilitação profissional (art. 5.º, § 2.º, letra 'a'), para cuja programação, 'a parte de formação especial do currículo ... será fixada em consonância com as necessidades do mercado de trabalho local ou regional, à vista de levantamentos periodicamente renovados' (art. 5.º, § 2.º, letra b) (BRASIL, 1971c, p. 173).

O trecho acima evidencia muito bem a intencionalidade presente na Reforma do Ensino de 1971: formar mão de obra técnica para o ingresso no mercado de trabalho. O fato do ensino de 2º Grau assumir terminalidade exclusivamente profissionalizante implicou numa redução considerável de espaço no currículo escolar para a abordagem de determinados componentes temáticos.

No caso da Física, quando presente na forma de disciplina sua abordagem assumia um viés instrumental, sendo orientada em função da habilitação pretendida. Em termos de políticas de formação docente, o próprio CFE reconheceu no Parecer nº 853/1971 a possibilidade real de se substituir três profissionais formados (Física, Química e Biologia) por um professor polivalente em Ciências Físicas e Biológicas, consubstanciando uma orientação de cunho pragmático que buscava resolver o problema da falta de docentes qualificados às custas de um esvaziamento curricular. Com isso, no que se refere à sua presença no currículo, é possível considerar que o ensino de Física sofreu um revés no contexto da Lei nº 5.692/1971.

Com vistas a dirimir possíveis incompreensões em relação à discussão sobre a parte diversificada, o CFE editou o Parecer nº 871/1972 através do qual apresenta as disciplinas que poderiam compor a parte diversificada da educação geral. No caso da matéria Ciências, as disciplinas possíveis seriam Física, Química e Biologia, entre outras⁵³ que poderiam ser escolhidas ou não para compor os currículos das escolas. A presença de Física na parte diversificada evidencia a importância dada pelo CFE

⁵³ O Parecer nº 871/1972 (Brasil, 1972) menciona que além dessas disciplinas, também são indicadas como possibilidades para compor a parte diversificada da matéria Ciências as disciplinas de Nutrição, Puericultura, Socorros de Urgência, Noções de Astronomia e Geometria Descritiva.

para o seu ensino: se não houver uma dimensão prática associada, dificilmente comporia as propostas curriculares, uma vez que consistia numa especificidade do ensino superior.

A respeito dessas prescrições normativas que representaram um duro golpe ao ensino de Física desenvolvido no Brasil, Queiroz observa que:

Ao que parece, as sugestões para o sistema federal, ao serem acatadas pelos sistemas estaduais, foram equivocadamente interpretadas, uma vez que encontramos vários quadros curriculares da década de 1970, em que Física, Química e Biologia figuram como sendo do núcleo comum e não da parte diversificada. Isso denota que houve um descumprimento da lei na sua forma literal; fato que, de certa forma, atenuou o descaso para com as disciplinas científicas específicas (QUEIROZ, 2016, p. 116).

Em relação à visão predominante do ensino de Ciências no início da vigência da Lei nº 5.692/1971, essa pode ser compreendida através dos elementos presentes no Parecer nº 853/1971. Dentre os objetivos elencados para as matérias do núcleo comum, o documento salienta que Ciências deve promover o “desenvolvimento do pensamento lógico e a vivência do método científico”, sem deixar de pôr em relevo as tecnologias que resultam de ‘suas aplicações’” (BRASIL, 1971c, p. 177). Essa perspectiva é coerente com a visão predominante do ensino de Ciências do período (empírico-indutivista de cunho neopositivista) e, no caso da Física, estando materializada inclusive em grande parte dos materiais didáticos disponíveis até então.

Na vigência da Lei nº 5.692/1971 o ensino de Ciências - em especial o de Física - adquiriu um viés instrumental. Tal aspecto se explicitava na aplicabilidade dos conceitos científicos com vistas à profissionalização pretendida no ensino público às custas de seu esvaziamento curricular no núcleo comum, bem como na aplicabilidade de seus conceitos, leis e teoremas em fórmulas e macetes para a aprovação em exames vestibulares. Essa visão utilitária do conhecimento científico não englobava questões mais amplas que poderiam ser contempladas no ensino de Física e de Ciências em geral.

No que se refere às implicações em termos de materiais didáticos, ainda na década de 1960 ao deixar a encargo das escolas e dos sistemas de ensino a organização curricular, bem como a definição dos conteúdos, o CFE deu prosseguimento ao processo de implementação dos dispositivos presentes nos acordos MEC-USAID. Nesse sentido, a dependência dos materiais didáticos se tornou maior ainda, uma vez que, na ausência de um programa oficial de conteúdos a serem

abordados numa estrutura rígida, tal como implicava as últimas reformas anteriores à Lei nº 4.024/1961, os materiais didáticos vieram a preencher esse vazio, orientando o trabalho em sala de aula.

Nesse sentido, aos poucos houve mudança em termos da dependência brasileira em relação ao material didático. Gradualmente, a dependência francesa que marcou o ensino de Física brasileiro desde o período imperial foi substituída pela norte-americana, por meio da aquisição de materiais didáticos traduzidos. De acordo com Barra e Lorenz (1986), o IBCEC que à época da Lei nº 4.024/1961 já havia iniciado o processo de inserção dos principais projetos norte-americanos, sofreu uma transformação em 1967, dando origem à Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), entidade complementar, porém distinta do IBCEC.

De acordo com Barra e Lorenz (1986), ao final da década de 1960 foram desenvolvidos quinze projetos de ensino relacionados às Ciências com o apoio governamental e de fundações. Desses, a maior parte estava relacionada a adaptações e/ou traduções⁵⁴ de diversos materiais didáticos desenvolvidos para serem aplicados em outros países. Em geral, tais projetos objetivavam tornar experimental o ensino, buscando inserir os estudantes no universo da prática científica pela vivência do método científico. Influenciados pelos projetos americanos, os materiais produzidos pelo IBCEC/FUNBEC, na forma de kits com materiais de laboratórios para a realização de experimentos, também foram um ponto importante do período. Segundo os autores, tal iniciativa foi uma forma de contornar a falta de equipamentos nas escolas.

Na década de 1970, em função das alterações propostas pelo CFE no âmbito da Lei nº 5.692/1971, o Ministério da Educação lançou o Projeto Nacional para Melhoria do Ensino de Ciências o qual estava vinculado ao Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN). Conforme Barra e Lorenz (1986), esse projeto teve por objetivos propiciar material didático de qualidade, promover o treinamento de professores de Ciências e de Matemática (1º Grau); e de Física, Química e Biologia (2º Grau), bem como habilitar novos professores de Ciências mediante cursos de licenciatura curta.

⁵⁴ É importante ponderar que críticas a essas traduções e adaptações foram sendo feitas com o passar do tempo. Chassot (2004), por exemplo, destaca que as traduções em alguns casos não tiveram o cuidado em adaptar exemplos presentes no contexto norte-americano ao brasileiro.

Segundo Romanelli (2013), esse conjunto de ações se inserem num contexto em que o Estado assumiu efetivamente a tarefa de organizar a educação pública com vistas a atender às demandas impostas pelo modelo de desenvolvimento econômico adotado. Entretanto, especificamente no ensino das disciplinas científicas, a expansão do ensino veio acompanhada de problemas estruturais tais como a falta de recursos humanos, de materiais de trabalho, bem como de infraestrutura.

Ao comentar os impactos da Lei nº 5.692/1971 para o ensino de Ciências, Raw (2000) pondera que, em relação às inovações propiciadas na década de 1960 em função da extinção dos programas oficiais e da inovação propiciada a partir dos novos materiais didáticos, sobretudo os que valorizavam a dimensão experimental do ensino e que propunham a atualização curricular das disciplinas científicas, a Reforma do Ensino de 1971 e seus desdobramentos foi um grande revés. A respeito dos seus impactos frente ao curto período de inovação do ensino, marcado por esforços de atualização curricular, Raw argumenta que

No período da ditadura esse esforço foi destruído. Nos anos 70, o Brasil solicitou do Banco Mundial um grande volume de recursos para desenvolvimento científico. Uma parte importante foi destinada ao ensino das ciências e, conforme parecer do próprio banco, foi desperdiçado, deixando apenas uma dívida a pagar. Um dos erros fundamentais era imaginar que poderiam substituir a liderança dos cientistas, transferindo para os professores das escolas primárias e secundárias o papel de inovadores. Fizeram uma festa de feiras de ciências com desenhos e pedaços de isopor, que pagamos em dólares (RAW, 2000).

A rigidez com que foi implementada a Reforma do Ensino Básico, sobretudo com a obrigatoriedade da formação profissional em nível de 2º Grau, reforçou o abismo entre o ensino público e o privado. Em sua análise, Aranha (2006) destaca que a reforma foi um fracasso em sua vigência, provocado prejuízos inestimáveis para a educação brasileira. A autora destaca que a tão almejada profissionalização, cuja necessidade vinculada ao modelo econômico produziu um esvaziamento curricular, não se efetivou na prática em função da ausência de condições materiais e humanas. Por outro lado, as escolas particulares desde o início não se submeteram à letra da lei, apresentando apenas um programa oficial. Esses estabelecimentos executaram na prática suas propostas curriculares de caráter propedêutico, pois tinham os exames vestibulares como fim.

Segundo Aranha (2006), no início da década de 1980 já se reconhecia o fracasso da implementação da Lei nº 5.692/1971. Como consequência, em 1982 foi

sancionada a Lei nº 7.044/1982 que dispensou as escolas da obrigatoriedade de vincular o 2º Grau à formação profissionalizante, retomando inclusive o conceito de preparação para o trabalho. Por conta disso, o teor da Resolução nº 08/1971 se tornava incompatível com o novo marco legal, o que levou o CFE a revogá-la, por meio da publicação do Parecer nº 785/1986 e da Resolução nº 06/1986.

No que se refere às principais alterações na matéria Ciências, a Resolução nº 06/1986 reestruturou o núcleo comum dos currículos de 1º e 2º graus, desmembrando Matemática de Ciências, criando assim uma nova matéria. Em termo de alterações no desenvolvimento desta última matéria, no ensino de 2º grau passou a ser obrigatória a oferta das disciplinas de Física, Química e Biologia dentro do núcleo comum.

O Parecer nº 785/1986 reconhece a existência de uma insatisfação generalizada em relação à baixa produtividade do ensino, fruto em grande medida do esvaziamento curricular provocado pela implementação da Resolução nº 08/1971 e documentos decorrentes, sendo necessário o resgate da essencialidade dos conteúdos. Essa ideia é assim expressa no Parecer:

Aliás, é de bom efeito pedagógico e educacional os alunos irem adquirindo desde cedo a noção de perspectiva formal, isto é, de que a mesma matéria pode ser apreciada e examinada sob um determinado ponto de vista: um rio pode ser examinado como uma via de comunicação, como possibilidade de pesca, como fonte de água para beber e para irrigar (BRASIL, 1988a, p. 101).

Essa citação nos remete para a defesa de um núcleo comum que possibilite aos estudantes o acesso aos conhecimentos sistematizados e que são parte da cultura humana. Reconhecer a necessidade de se recorrer às disciplinas escolares é, antes de tudo, um pré-requisito básico para conceber uma perspectiva interdisciplinar do conhecimento em que os múltiplos olhares em relação a um objeto se somam e se complementam. Ignorar tal aspecto em nome de um projeto curricular “mais abrangente” pode ter como consequência o fato de os estudantes não se apropriarem dos aspectos conceituais específicos de uma determinada ciência. Entretanto, convém ressaltar que toda disciplina escolar carrega consigo uma história, uma tradição que, tal como mencionou Cuesta (1997, 2003), se expressa em seu código disciplinar.

No que se refere ao ensino de Física é possível considerar que no período analisado até aqui, a perspectiva dominante foi o **instrumentalismo**, isto é, a

presença da disciplina no currículo escolar esteve majoritariamente voltada para os exames de admissão ao ensino superior.

Com a Lei nº 4.024/1961 ocorreu a redução da presença da Física no currículo, somada à falta de normatizações claras por parte do CFE. Tal cenário colocou o seu ensino no contexto brasileiro sob a dependência dos materiais didáticos estrangeiros, predominantes sobretudo entre as décadas de 1960 a 1980.

A profissionalização imposta pela Lei nº 5.692/1971 e normativas decorrentes tornaram a presença da Física no currículo escolar mais restrita, com implicações à qualidade do seu ensino: se, por um lado, a sua presença diminuta nos currículos escolares de 2º grau geralmente estava associada à dimensão instrumental com vistas à profissionalização compulsória ou, na ausência dessa possibilidade, a uma superficialidade reforçada pela falta de professores com formação adequada, por outro lado, no ensino público e, principalmente, no ensino privado sua presença se voltava também a uma perspectiva instrumental, para a preparação aos exames vestibulares.

Pode-se considerar, portanto, que o instrumentalismo em relação à Física Escolar passou a ser uma característica forte e que se incorporou à sua tradição enquanto disciplina escolar nesse período. Com o fim da profissionalização compulsória mediante a Lei nº 7.044/1982 e a reestruturação do núcleo comum com a Resolução nº 06/1986 ainda na vigência da Lei nº 5.692/1971, a presença obrigatória da disciplina de Física se voltou para a preparação aos exames.

Por fim, convém salientar que entre as décadas de 1930 e 1990 a influência francesa presente nos programas de estudos elaborados até então pela Congregação do Colégio Pedro II cedeu espaço para a dependência estadunidense, cujo modelo de ensino, em função de problemas de ordem epistemológica, se mostrou um fracasso em seu contexto originário na década de 1980.

Ainda que tenham ocorrido mudanças de orientação, os principais aspectos desse modelo de ensino se tornaram uma tradição bem consolidada ao longo do século XX. Tais aspectos serão retomados ao final deste capítulo.

3.3 A BUSCA PELA RESSIGNIFICAÇÃO: A FÍSICA ESCOLAR À LUZ DA NOVA LDB

Com a promulgação da Constituição de 1988 e, anos após, a partir da sanção da nova LDB, houve uma série de implicações para as discussões curriculares de maneira geral e, em particular, da Física, processo que merece ser analisado.

Ao longo das duas últimas décadas foram publicados documentos curriculares que versaram sobre a necessidade de se repensar o processo de escolarização em função da ampliação do acesso à escola. Nesse período o Ensino Médio tornou-se etapa obrigatória de escolarização e, com isso, a reflexão em torno da constituição das propostas curriculares se tornou fundamental.

3.3.1 Da nova Constituição à sanção da nova Lei de Diretrizes e Bases

Com a redemocratização brasileira ocorrida na década de 1980, iniciou-se um processo de transição que culminou com a promulgação da Constituição⁵⁵ de 1988. Conhecida como constituição cidadã, a nova Carta Magna compreende a educação como um direito social subjetivo do cidadão, sendo dever do Estado e da família.

Nela se reafirmou a obrigatoriedade do ensino em oito anos, colocando-se como uma meta a ser alcançada a sua universalização incluindo o ensino de 2º grau, o que viria a ocorrer somente com a Emenda Constitucional nº 59/2009, que traria uma nova redação para a Constituição, colocando a educação básica obrigatória dos quatro aos dezessete anos e garantindo a oferta, inclusive, para aqueles que não tiveram acesso na idade certa.

Em relação ao entendimento expresso na Constituição de 1988 sobre a educação, Cury (2008) destaca sua dimensão histórica. Segundo o autor,

Este reconhecimento positivado, dentro de um Estado Democrático de Direito, tem atrás de si um longo caminho percorrido. Da instrução própria das primeiras letras no Império, reservada apenas aos cidadãos, ao ensino primário de quatro anos nos estados da Velha República, do ensino primário

⁵⁵ A promulgação da nova Carta Magna brasileira em 1988 consiste num importante avanço para o fortalecimento da democracia brasileira na medida em que expressa a participação representativa da população e também por substituir uma constituição outorgada num regime de exceção. Somam-se a isso dois fatos: (i) Desde 1934 a história republicana brasileira foi marcada por alternâncias de constituições promulgadas e outorgadas em função da quebra da ordem democrática (Estado Novo e Ditadura Militar); (ii) Na recente história do Brasil independente, das sete constituições que vigoraram, quatro foram promulgadas e três outorgadas.

obrigatório e gratuito na Constituição de 1934 à sua extensão para oito anos em 1967, derrubando a barreira dos exames de admissão, chegamos ao direito público subjetivo e ao novo conceito ora analisado (CURY, 2008, p. 295).

Com isso, ele salienta a importância de se observar que, mais que uma simples denominação para o período de escolarização como um todo, o conceito de educação básica representa uma importante conquista histórica para um país que por séculos negou o acesso universal ao conhecimento sistematizado aos seus cidadãos em função da sua estratificação social. Tomada na perspectiva de um direito, não se pode atribuir à educação uma perspectiva instrumental para as grandes massas com vistas a uma profissionalização de viés mercadológico, tampouco uma perspectiva propedêutica e elitista que desconsidera o contexto social de grande parcela daqueles que detém o direito.

Segundo Cury (2008), a busca por uma educação “comum”, que atenda o disposto na Constituição e que se configure como um direito e não um privilégio, deve priorizar o aprendizado de saberes válidos para toda e qualquer pessoa, bem como responder às necessidades educativas do desenvolvimento humano como um patrimônio cultural. Essa educação “comum”, segundo o autor, deve se reportar em função de conhecimentos científicos, da igualdade, da democracia, da cidadania e dos direitos humanos.

Com vistas a atender ao disposto no Artigo 22 da Constituição de 1988, na década de 1990 iniciou-se o processo que culminou com a promulgação de uma nova LDB. Segundo Aranha (2006), esse processo resultou inicialmente num primeiro projeto, fruto de um amplo debate envolvendo a Câmara, a sociedade civil e o Fórum Nacional em Defesa da Escola Pública. Entretanto, a autora aponta que, com o apoio do governo federal, foi proposto um segundo projeto pelo senador Darcy Ribeiro, discutido em paralelo e aprovado em 1996.

Sancionada em 1996 com o nº 9.394, a nova LDB⁵⁶ recebeu críticas em função de sua estrutura, sobretudo por não garantir efetivamente a democratização da educação. Ao analisar essa questão, Aranha (2006) aponta que isso se deve ao fato de o Estado ter delegado ao setor privado parte de suas obrigações (a educação profissional não se encontra, por exemplo, vinculada à educação formal). Mesmo assim, a autora pondera que “essa lei foi a lei possível de ser aprovada, sobretudo se

⁵⁶ Deste ponto em diante será entendida por **LDB** a Lei nº 9.394/1996, atualmente vigente.

considerarmos o aspecto conservador que ainda persiste nos quadros de nosso Legislativo” (ARANHA, 2006, p. 326).

No que se refere à finalidade da educação nacional, a nova LDB apresenta em seu artigo 2º que, enquanto dever da família e do Estado e inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade, a educação tem por fim o desenvolvimento pleno do educando, garantindo-lhe o preparo adequado para exercer sua cidadania e também sua qualificação para o trabalho. Em especial, essa última parte pode ser assegurada em termos de formação de nível médio ou prosseguimento de estudos superiores (BRASIL, 1999a).

A LDB⁵⁷ é flexível em termos de organização curricular, estabelecendo que os currículos devem ser estruturados a partir de uma base nacional comum a ser complementada por uma parte diversificada por cada sistema de ensino e estabelecimento escolar. A LDB prevê no inciso IV do artigo 9º que cabe à União:

IV - estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum (BRASIL, 1999a, p. 41).

Segundo a LDB, os currículos escolares devem abranger obrigatoriamente o estudo da língua portuguesa e da matemática, o conhecimento do mundo físico e natural e da realidade social e política, especialmente do Brasil. Em função da Lei nº 9.131/1995, que trata do Conselho Nacional de Educação (CNE), a incumbência estabelecida à União descrita acima deve ser feita em conjunto, isto é, entre o MEC e o CNE (e suas respectivas Câmaras), representado no que se refere ao Ensino Médio⁵⁸ pela Câmara de Educação Básica (CEB).

⁵⁷ É importante destacar que, ao longo do período em que a atual LDB encontra-se em vigor, foram feitas alterações substanciais em seu texto, sobretudo em questões relativas à estrutura curricular (inclusão de tópicos a serem abordados, disciplinas, etc.), bem como à redefinição das etapas de escolarização (educação infantil, ensino fundamental e médio). Recentemente, foi sancionada a Lei nº 13.415/2017 que introduz profundas alterações no Ensino Médio. Neste trabalho a discussão se aterá ao período 1996 – 2016 e questões decorrentes dessa legislação específica serão abordadas ao final.

⁵⁸ A partir da Lei nº 9.394/1996, o 1º grau passou a ser denominado como Ensino Fundamental, ao passo que o 2º grau como Ensino Médio.

3.3.2 Implicações da Lei nº 9.394/1996 para o ensino de Física

Para a efetiva vigência e implementação da LDB tornaram-se necessárias a elaboração de diversas normativas. Em relação ao Ensino Médio, o CNE/CEB publicou a Resolução nº 03/1998 e o Parecer nº 15/1998, que tratam da primeira versão das Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM). Visando respeitar o preceito constitucional que garante autonomia aos entes federados no que diz respeito à organização dos sistemas de ensino, bem como a regulamentação necessária expressa pela nova LDB, a incumbência em constituir esse documento pelo CNE colocou essa autonomia sob tensão.

Tomando os pressupostos e finalidades da educação básica e do ensino médio presentes na LDB, o CNE expressa na primeira versão das DCNEM que se faz necessário articular teoria com prática, de modo a possibilitar o desenvolvimento de competências de caráter geral, visando a constituição de uma identidade autônoma, não cabendo, no entendimento do Conselho, o estabelecimento de disciplinas ou conteúdos específicos.

A Resolução nº 03/1998 apresentou um conjunto de definições doutrinárias a serem observadas na organização pedagógica e curricular do Ensino Médio, que deveria ser pautada por três princípios: estético, igualitário e ético. Com base nesses princípios, os currículos escolares devem ser constituídos em função de competências, conteúdos e encaminhamentos didático-metodológicos que possibilitem atender às finalidades da etapa, de acordo com o Artigo 35 da LDB. Dentre as definições apresentadas se destaca o entendimento de que a **identidade**, **diversidade** e a **autonomia**, a **interdisciplinaridade** e a **contextualização** são tomados como princípios pedagógicos estruturadores dos currículos.

Em relação ao princípio da interdisciplinaridade, o Parecer nº 15/1998 reconhece a existência das disciplinas escolares e indica que o desenvolvimento de competências gerais pode ser facilmente atingido se as disciplinas contribuírem em conjunto, cada uma com sua especificidade no âmbito das áreas de conhecimento, visando ao estudo de problemas concretos (BRASIL, 1999b). O referido documento destaca que as disciplinas escolares constituem recortes arbitrários das áreas de conhecimento, não esgotando em si, de forma isolada, a realidade física e social. Desse modo, reforça a necessidade de que elas devem buscar entre si as interações que permitam a compreensão mais ampla da realidade.

Nesse sentido, o entendimento expresso nas DCNEM coloca a interdisciplinaridade mais como uma possibilidade de integração de disciplinas com fins práticos do que propriamente como um princípio que engendra o processo epistemológico. Essa questão de cunho pragmático se torna visível no Parecer nº 15/1998, quando esse documento destaca que

A formação básica a ser buscada no Ensino Médio se realizar-se-á mais pela constituição de competências, habilidades e disposições de condutas do que pela quantidade de informação. Aprender a aprender e a pensar, a relacionar o conhecimento com dados da experiência cotidiana, a dar significado ao aprendido e a captar o significado do mundo, a fazer a ponte entre teoria e prática, a fundamentar a crítica, a argumentar com base em fatos, a lidar com o sentimento que a aprendizagem desperta (BRASIL, 1999b, p. 87).

Esse documento também enfatiza a importância de que a organização curricular das escolas contemple aspectos que promovam aos estudantes a capacidade de aprender a aprender, ser protagonista no desenvolvimento de projetos, lidar com sentimentos associados às situações de aprendizagem, entre outros. No sentido por ele atribuído, embora seja necessário avançar na constituição de currículos que promovam a articulação entre teoria e prática, afastando-se da perspectiva puramente enciclopédica e academicista do conhecimento, pode ter-se uma formação marcada pelo esvaziamento ao voltar-se apenas às questões práticas, reduzindo os conhecimentos escolares enquanto seleções culturais a um segundo plano.

As DCNEM (1998) organizam a base nacional comum em três áreas de conhecimento a saber: (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; (ii) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; (iii) Ciências Humanas e suas Tecnologias. Para cada área de conhecimento, a Resolução nº 03/1998 elenca um conjunto de competências e habilidades a serem observadas na elaboração e desenvolvimento de propostas curriculares.

No caso da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, das doze competências e habilidades apontadas, apenas uma faz menção explícita à Física, embora contemple a Química e Biologia também. No seu conjunto, as indicações expressas nas DCNEM diluem as três disciplinas no âmbito das Ciências Naturais às quais a Matemática se soma, buscando articular seus aspectos epistemológicos, procedimentais linguísticos com questões tecnológicas e sociais.

Com isso, é possível perceber nesse documento que não há obrigatoriedade de se abordar conhecimentos escolares relativos à Física por meio de uma disciplina escolar específica, o que caracteriza essa normativa num retrocesso, sobretudo pelo fato que no documento anterior (do CFE) a Física havia alcançado espaço próprio no núcleo comum do currículo enquanto disciplina escolar. Em termos práticos pouca coisa mudou, pois o ensino privado de cunho propedêutico continuou a ofertar a disciplina de Física visando à preparação para o vestibular e no ensino público sua presença já se encontrava estabilizada em função do vestibular, ainda que de forma precária devido aos problemas decorrentes de sua oferta.

Com vistas ao atendimento do disposto na LDB e, em paralelo ao CNE, o MEC criou frentes de trabalho para a elaboração de diretrizes curriculares aos sistemas de ensino que viriam a constituir os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). No que se refere ao Ensino Médio, uma versão preliminar foi apresentada ainda em 1997, portanto anterior às DCNEM do CNE. A versão definitiva dos PCN para essa etapa de ensino foi publicada em 1999 e levou em consideração tanto os pressupostos legais da LDB quanto das DCNEM.

Os PCN visam ressignificar o conhecimento escolar por meio da contextualização e evitar a compartimentação mediante a interdisciplinaridade. Esse documento propõe um conjunto de reflexões para a reelaboração de propostas curriculares, baseado em três grupos de competências⁵⁹ e habilidades relacionadas.

Composto por três partes, cada uma voltada a uma área de conhecimento que compõe o currículo da base nacional comum, os PCN buscam explorar aspectos essenciais, bem como definir o conjunto de competências e habilidades específicas de cada disciplina constituinte das áreas apontadas. No que se refere à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o documento foi produzido por pesquisadores vinculados à USP (professores efetivos e estudantes de pós-graduação), sob a coordenação do professor Luis Carlos de Menezes.

⁵⁹ Segundo Ramos (2004), em função das alterações nos padrões de consumo e de sociabilidade ocorridas ao final do século XX, a noção de competências emerge como conceito-chave nas reformas educacionais promovidas em diversos países. Essas reformas buscaram atender às demandas econômicas voltadas para a formação do futuro trabalhador, que deve possuir um perfil flexível, capaz de aprender frente a novos desafios. A autora salienta que tal noção pauta uma pedagogia sustentada em teorias psicológicas de aprendizagem, que supervaloriza o processo educacional como conformador de personalidades flexíveis. Implicações dessa concepção na gestão do trabalho estão, de acordo com ela, relacionadas à necessidade de o trabalhador se adaptar à cultura de uma empresa bem como a justificativas dos insucessos das pessoas na competição por uma colocação no mercado de trabalho.

Em relação ao ensino de Ciências e, em particular, ao de Física, os PCN argumentam a importância de se considerar o sentido do aprendizado na área. Nesse documento é feita a defesa de que

[...] o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas também para uma cultura mais ampla, desenvolvendo meios para a interpretação de fatos naturais, a compreensão de procedimentos e equipamentos do cotidiano social e profissional, assim como para a articulação de uma visão do mundo natural e social. Deve propiciar a construção de compreensão dinâmica da nossa vivência material, de convívio harmônico com o mundo da informação, de entendimento histórico da vida social e produtiva, de percepção evolutiva da vida, do planeta e do cosmos, enfim, um aprendizado com caráter prático e crítico e uma participação no romance da cultura científica, ingrediente essencial da aventura humana. (BRASIL, 1999d, p. 208).

Nesse sentido, os PCN defendem a necessidade de se revisar os encaminhamentos didático-metodológicos adotados para o Ensino Médio, com vistas a superar uma visão propedêutica de currículo que pouco dialoga com o contexto do estudante e que não demanda relações de caráter interdisciplinar aos conhecimentos. No caso da disciplina de Física, o documento destaca ser necessário revisar e ressignificar os conteúdos abordados, englobando os desenvolvimentos mais recentes da ciência de referência.

Com vistas a contemplar as finalidades do Ensino Médio e atender ao disposto na LDB, o documento ressalta a importância de se articular as dimensões tecnológicas correlatas aos conhecimentos científicos, sem, no entanto, incorrer num reducionismo de cunho instrumental e utilitário. Para tal, estabelece que se faz necessário considerar a articulação interdisciplinar presente nos conteúdos demarcados nas disciplinas.

Em conformidade com as DCNEM, os PCN se estruturam num conjunto de competências e habilidades específicas para cada área de conhecimento e de cada disciplina. De acordo com o documento, para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias são previstos três grupos de competências e habilidades, a saber: (i) **representação e comunicação**, voltadas para o desenvolvimento da capacidade de comunicação; (ii) **investigação e compreensão**, voltadas para o desenvolvimento da capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, interagindo e aprendendo; (iii) **contextualização sociocultural**, que tomam a compreensão e utilização da ciência como elemento de interpretação e

intervenção, bem como a tecnologia como conhecimento sistemático e de sentido prático.

No que se refere à Física, os PCN dedicam uma subseção para apresentar os conhecimentos necessários a serem desenvolvidos para atingir as competências e habilidades específicas. O documento destaca que é essencial que esses conhecimentos sejam abordados via escolarização, pois são indispensáveis para a formação da cidadania contemporânea, que depende da constituição de uma cultura científica efetiva. Nesse sentido, apontam os PCN que “para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas” (BRASIL, 1999d, p. 229).

Todavia, os PCN reconhecem que o cenário configurado relacionado ao ensino de Física não é um dos melhores. O documento sintetiza os principais aspectos identificados nos trabalhos relacionados à pesquisa em ensino da década de 1990: aulas expositivas, em que conceitos e leis são apresentados de forma desarticulada e desconectada do contexto dos estudantes; aulas que privilegiam a utilização de fórmulas em situações artificiais, valorizando a linguagem matemática em detrimento do conhecimento físico; aulas em que visões equivocadas da história da Física são transmitidas, por meio das quais o conhecimento seria visto como um produto acabado, fruto da mente de alguns gênios, etc.

Em relação à constituição da Física Escolar no contexto brasileiro, os PCN ainda apontam que:

Esse quadro não decorre unicamente do despreparo dos professores, nem de limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural. Na medida em que se pretendia ou propedêutico ou técnico, em um passado não muito remoto, o Ensino Médio possuía outras finalidades e era coerente com as exigências de então. ‘Naquela época’, o ensino ‘funcionava bem’, porque era propedêutico. Privilegiava-se o ‘desenvolvimento do raciocínio’ de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino ou para um futuro inexistente (BRASIL, 1999d, p. 230).

Nesse sentido, os PCN mostram que, de fato, a Física Escolar tem uma história cujas características foram sendo engendradas em função do tempo e que atualmente transcendem as questões de ordem material. Entretanto, em função desse aspecto é necessário reconhecer que, ainda que seja imperativo fazer as mudanças

necessárias em função das exigências impostas à escola na atualidade, tal processo não é simples e imediato, não podendo ser resolvido apenas com a implementação imediata de uma nova proposição curricular.

Especificamente no Brasil, a expansão da escolarização das últimas décadas foi desacompanhada de uma política educacional capaz de refletir em que medida os conteúdos escolares poderiam de fato contribuir para a formação cidadã. O resultado disso é que ao reproduzir as relações em sala de aula de um modelo destinado a uma pequena parcela da população até um passado relativamente recente, o ensino de Física contribuiu em parte para reforçar a marginalização e exclusão daqueles que dependem exclusivamente da escola pública.

Com os PCN, o MEC entendeu que sua função não seria fornecer novas listas de conteúdos, mas de contribuir para a ressignificação do currículo. Em relação ao ensino de Física, o documento alerta que é imprescindível conhecer o contexto do qual vem os estudantes para, a partir de então, traçar estratégias visando o desenvolvimento das competências e habilidades elencadas, as quais “concretizam-se em ações, objetos, assuntos, experiências que envolvem um determinado olhar sobre a realidade, ao qual denominamos Física, podendo ser desenvolvidas em tópicos diferentes, assumindo formas diferentes” (BRASIL, 1999d, p. 231).

De acordo com os PCN, a Física possui sua linguagem própria para representar o conhecimento. Enquanto ciência de referência, ela tem por objeto de estudo o Universo em sua totalidade e a produção do campo é marcada não apenas pela forma como se dá a representação do conhecimento, mas também pela busca de regularidades existentes nos fenômenos. Por fim, a Física não existe de forma isolada: é uma construção histórica inacabada, fruto da atividade humana imersa no contexto das relações sociais e no âmbito da produção cultural. Os PCN defendem que a compreensão desses aspectos deve ser garantida ao estudante por meio do desenvolvimento de competências específicas (investigação, linguagem e contextualização socio-histórica). Desloca-se o centro do conteúdo para a ação, visando promover uma formação geral que permita ao estudante se apropriar da Física não apenas para o vestibular, mas para acompanhá-lo ao longo de sua vida.

Em 2002 o MEC publicou um documento complementar aos PCN para o Ensino Médio. Intitulado *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN+), este documento visou aprofundar os princípios defendidos nos PCN. É um documento destinado a professores e gestores

educacionais e explicita aspectos fundamentais no processo de reestruturação do Ensino Médio, reafirmando a opção pelas áreas de conhecimento sem, no entanto, defender a exclusão das disciplinas.

As PCN+ apresentam as competências e habilidades no âmbito de cada área de conhecimento e, também, em cada disciplina que as compõem. No caso da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as PCN+ mantêm os três grupos de competências, com alguma alteração na redação das habilidades. Em relação à disciplina de Física, retoma-se a problemática intrínseca ao seu ensino, reforçando a necessidade de se rever os encaminhamentos dados na disciplina. Segundo o documento

Quando 'o que ensinar' é definido pela lógica da Física, corre-se o risco de apresentar algo abstrato e distante da realidade, quase sempre supondo implicitamente que se esteja preparando o jovem para uma etapa posterior: assim, a cinemática, por exemplo, é indispensável para a compreensão da dinâmica, da mesma forma que a eletrostática o é para o eletromagnetismo. Ao contrário, quando se toma como referência o "para que" ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. Finalidades para o conhecimento a ser apreendido em Física que não se reduzem apenas a uma dimensão pragmática, de um saber fazer imediato, mas que devem ser concebidas dentro de uma concepção humanista abrangente, tão abrangente quanto o perfil do cidadão que se quer ajudar a construir (BRASIL, 2002, p. 61).

Com vistas a propor um novo modelo que buscasse superar a lógica de encadeamentos de conteúdos pautada apenas pela estrutura interna da Física, e que também desenvolva as competências e habilidades elencadas, o documento propõe que a disciplina de Física seja organizada em seis temas estruturadores que perpassam o arcabouço conceitual da Física de forma abrangente: (i) Movimentos: variações e conservações; (ii) Calor, ambiente e usos de energia; (iii) Som, imagem e informação; (iv) Equipamentos elétricos e telecomunicações; (v) Matéria e radiação; (vi) Universo, Terra e vida.

De acordo com as PCN+, esses temas não podem ser tomados de forma isolada, pois se articulam entre si. Cada um deles é subdividido em unidades temáticas, com objetivos delimitados em função dos possíveis conteúdos a serem abordados. Nesse documento destacam-se a presença de temas de Física Moderna e Contemporânea e a distribuição equilibrada dos tópicos relativos aos temas estruturadores, o que daria uma média de tempo de um semestre letivo para a

abordagem com estudantes, considerando a oferta da disciplina nas três séries do Ensino Médio.

Em relação às estratégias necessárias para desenvolver o ensino de Física em sala de aula, as PCN+ destacam a importância de se observar o aspecto dialético no processo de ensino-aprendizagem, em que o mundo vivencial e as concepções de mundo dos estudantes exercem influência. O documento ressalta a importância de se desenvolver formas de expressão do conhecimento físico, não restringindo esse aspecto apenas à linguagem matemática. O papel da resolução de problemas e a experimentação nas aulas de Física são ressaltados à medida que estimulem o protagonismo do estudante. Por fim, o documento explicita a importância de se considerar o conhecimento físico como parte da cultura, que se interliga a outras manifestações do saber, assumindo dimensão social.

Tanto os PCN como as PCN+ se inserem no contexto da implementação da LDB. Esses documentos não têm o peso de lei, servindo para os sistemas de ensino reorientarem suas propostas curriculares. No que se referem ao ensino de Física, apesar desses documentos se inserirem numa macroestrutura que visa o desenvolvimento de competências, as propostas curriculares para a disciplina representam um avanço, pois estão pautadas nas recentes discussões acadêmicas.

Desde os programas oficiais editados ainda no âmbito da Reforma Capanema, não haviam sido tecidas novas propostas em nível nacional para a disciplina de Física até a década de 1990. Outro ponto a ser destacado em relação aos PCN e PCN+ de Física é que esses documentos reafirmam a necessidade de se preservar a especificidade do conhecimento físico, ainda que os PCN em conjunto com as DCNEM prevejam outras possibilidades de arranjos curriculares e que esta última ignore a especificidade dos componentes/disciplinas na organização curricular.

No âmbito da LDB, os sistemas de ensino fizeram suas reestruturações curriculares a partir das diretrizes do CNE e dos documentos curriculares propostos pelo MEC. A maior parte dos sistemas estaduais de ensino aderiu à proposta dos PCN, ao passo que alguns estados, tendo em vista a autonomia possibilitada pela legislação, optaram por produzir seus próprios documentos curriculares, como por exemplo, o Estado do Paraná, cuja proposta será objeto de uma análise mais detalhada.

A partir de 2004 a Secretaria de Estado da Educação do Paraná iniciou um amplo processo de discussão e construção coletiva de diretrizes curriculares próprias

para a rede com os profissionais, contando com o apoio de instituições de ensino superior, conforme estava previsto na LDB. Esse processo culminou na publicação em 2008 das Diretrizes Curriculares Estaduais da Educação Básica (DCE-PR), documento composto por uma parte geral, em que se fundamenta a opção pelo currículo disciplinar, e as partes específicas de cada disciplina da matriz curricular dos anos finais do Ensino Fundamental e as séries do Ensino Médio. A aprovação desse conjunto de documentos veio através do Parecer⁶⁰ n° 130/2010 do CEE/PR.

Em sua fundamentação teórica, as DCE-PR justificam a opção pelo currículo disciplinar tendo em vista que a escola detém uma função social em relação aos conhecimentos produzidos historicamente. Pautada numa perspectiva fundamentada nas teorias críticas, as DCE-PR entendem a disciplina escolar não como uma simplificação do campo acadêmico de referência, mas como nova instância que se processa em função das especificidades do ensino. Segundo as DCE-PR,

Na relação com as ciências de referência, é importante destacar que as disciplinas escolares, apesar de serem diferentes na abordagem, estruturam-se nos mesmos princípios epistemológicos e cognitivos, tais como os mecanismos conceituais e simbólicos. Esses princípios são critérios de sentido que organizam a relação do conhecimento com as orientações para a vida como prática social, servindo inclusive para organizar o saber escolar (PARANÁ, 2008, p. 20).

Para as DCE-PR, o currículo deve possibilitar ao estudante a formação adequada para o enfrentamento da realidade social, econômica e política de seu tempo. Nesse sentido, cumpre destacar que a concepção pedagógica adotada pelas DCE-PR tem como pressupostos a Pedagogia Histórico-Crítica, segundo a qual se defende que o currículo contemple as dimensões científica, filosófica e artística do conhecimento. Decorrente dessa interpretação, para que a escolarização possa cumprir em seu objetivo se faz necessário tomar como princípios fundantes a interdisciplinaridade e a contextualização.

A concepção defendida pelas DCE-PR pode ser compreendida como uma crítica e uma resistência ao projeto neoliberal de educação que se buscou

⁶⁰ De acordo com o Parecer n° 130/2010 e com o Parecer n° 1.165/2010 (Paraná, 2010a, 2010b), a nomenclatura do documento foi alterada para *Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino*, para evitar eventuais confusões em relação às diretrizes publicadas pelo CNE, as quais detém a prerrogativa em termos de matéria. Neste trabalho essas Diretrizes serão referidas pela expressão original, DCE, entendendo que a mesma não desrespeita ou se confunde com as normativas do CNE.

implementar na década de 1990. Ela é uma crítica também aos PCN e às PCN+, na medida em que esses documentos estruturam o currículo em função de competências e habilidades gerais (ainda que façam a discussão nas áreas e nas disciplinas). As DCE-PR entendem que isso implica num esvaziamento que poderia limitar o aprendizado às subjetividades e vivências dos estudantes e, por isso, estruturam o currículo em função de conteúdos de caráter amplo e estável. No que se refere ao Ensino Médio, ao reafirmar a opção disciplinar, as DCE-PR demarcam uma posição frente às DCNEM, uma vez que estas não explicitam a composição de cada área.

Em relação à disciplina de Física, as DCE-PR tomam como ponto de partida para a reflexão aspectos históricos da Física e do seu ensino no Brasil. A partir da compreensão de seu objeto de estudo em função de sua história e de aspectos relacionados à sua presença no currículo escolar, o documento apresenta os fundamentos teórico-metodológicos da disciplina. As DCE-PR estruturam o currículo de Física em função do desenvolvimento do campo de referência, tomando como base as três grandes sínteses que se processaram historicamente: a mecânica e a gravitação, a termodinâmica e, por fim, o eletromagnetismo.

Nesse sentido, a apropriação da história da Física numa perspectiva epistemológica atual é essencial para o professor poder compreender a proposta curricular de Física. Diferentemente das sugestões apontadas pelas PCN+, as DCE-PR tomam como perspectiva de composição curricular três conteúdos estruturantes (Movimentos, Termodinâmica e Eletromagnetismo), que se desdobram em conteúdos básicos (assuntos estáveis). A partir dessa estruturação, as escolas devem elaborar suas propostas pedagógicas para que cada professor possa estruturar seu plano de trabalho docente, especificando os assuntos a serem desenvolvidos em função de cada conteúdo básico.

Ao longo da década de 2000, alterações decorrentes de propostas legislativas foram sendo feitas na estrutura da LDB. No que se refere ao currículo, as alterações visaram incluir direitos de grupos sociais marginalizados historicamente, bem como temáticas contemporâneas (Estatuto do Idoso, Educação Ambiental, História e Cultura Afro). As disciplinas de Filosofia e Sociologia foram tornadas obrigatórias para o Ensino Médio.

Tendo em vista essas mudanças e com a oficialização da ampliação da obrigatoriedade da escolarização básica incluindo o Ensino Médio, bem como a perda de força do projeto neoliberal que marcou os anos 1990, ao final da década de 2000

iniciou-se um processo de reformulação das DCNEM por parte do CNE, processo que levou em consideração as alterações que a LDB havia sofrido nesse período.

Através do Parecer nº 5/2011 e da Resolução nº 2/2012, o CNE/CEB publicou nova versão das DCNEM, revogando a anterior de 1998. Esses novos documentos consideram como ponto de partida o acesso ao Ensino Médio enquanto direito social de cada pessoa, cabendo ao Estado a sua oferta pública, gratuita e universal. Essencialmente, a nova versão das DCNEM visa propor que essa etapa terminal de escolarização seja estruturada num currículo que tenha como eixo fundante as dimensões do trabalho, ciência, tecnologia e cultura. De acordo com elas,

O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e sócio-afetivas (BRASIL, 2013a, p. 195).

Estruturado num eixo que articula as dimensões inerentes à existência humana (trabalho, ciência, cultura e tecnologia), o currículo do Ensino Médio deve possibilitar uma formação humana integral, com vistas ao exercício da cidadania plena, não se limitando a uma perspectiva de adaptação às necessidades do modo de produção em vigor, mas possibilitando condições para a reflexão crítica e ativa. Destaca-se que nas DCNEM (2012), o trabalho é conceituado em sua dimensão ontológica de transformação da natureza, inerente ao ser humano e como mediação de produção de sua própria existência.

As DCNEM (2012) indicam que a organização curricular do Ensino Médio será baseada numa base nacional comum e numa parte diversificada. Na nova versão das DCNEM, assume destaque o componente curricular, o qual pode ser tratado como disciplina, módulo de estudos, práticas, etc. No que se refere à base nacional comum, os componentes curriculares estão organizados em quatro áreas de conhecimento⁶¹ das quais a área de Ciências da Natureza é organizada em função dos componentes curriculares Física, Química e Biologia. Um conjunto de legislações específicas é contemplado na parte diversificada do currículo do Ensino Médio na forma de temas transversais que devem permear o currículo na abordagem dos demais componentes.

⁶¹ As DCNEM (2012) desmembraram a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias em duas áreas: Matemática e Ciências da Natureza.

Dentre eles se destacam: Educação Ambiental, Educação para o Trânsito, Educação em Direitos Humanos e Estatuto do Idoso.

De acordo com as DCNEM (2012), ao se elaborar os seus currículos, as unidades escolares devem proceder a seleção de conteúdos, metodologias, etc., tendo como elementos norteadores: (i) o trabalho como princípio educativo; (ii) a pesquisa como princípio pedagógico; (iii) os direitos humanos como princípio norteador; (iv) a sustentabilidade socioambiental como meta universal.

Em relação ao documento anterior (1998), as DCNEM (2012) representam um importante avanço na discussão sobre o Ensino Médio por parte do CNE, pois explicitam a estrutura curricular, tomando como base pressupostos de qualidade social para o Ensino Médio enquanto etapa terminal de escolarização. Elas partem da premissa em que a interdisciplinaridade e a contextualização são princípios que dependem da existência do conjunto de componentes curriculares indicados. Tratam o conhecimento escolar numa perspectiva holística, em que passa a ser compreendido nas relações entre trabalho, ciência, cultura e tecnologia, o que demanda elementos e estratégias usualmente não explorados em sala de aula.

No caso do ensino de Física, nessa perspectiva é possível articular os conteúdos usualmente selecionados numa abordagem investigativa, de modo que permita ao aluno protagonizar o seu aprendizado. Para tal, devem ser mobilizados elementos para contextualizar o conhecimento físico, mostrando-se assim as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, tal como o debate sobre o direito ao acesso à energia elétrica, por exemplo.

Em 2014 o MEC iniciou o processo de construção da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por meio da qual se buscava um mínimo de consenso em relação aos componentes curriculares da Educação Básica. A primeira versão foi submetida à consulta pública em 2015 e uma nova versão em 2016. Com a sanção da Lei nº 13.415/2017, que versa sobre a Reforma do Ensino Médio, iniciou-se um período de incerteza para essa etapa de ensino, temática que ainda será objeto de discussão neste trabalho.

3.4 ENTRE A TRADIÇÃO E A RESSIGNIFICAÇÃO CURRICULAR: O CÓDIGO DISCIPLINAR DA FÍSICA COMO SÍNTESE

Nas seções anteriores foram apresentados alguns elementos que permitiram esboçar a trajetória da Física no currículo escolar brasileiro, inicialmente com presença tímida, baseada no modelo francês, fortemente matematizada e ancorada numa perspectiva dogmático-instrumental de ensino, conforme apontaram Braga et al. (2008). Em geral, sua presença no ensino secundário servia apenas para a preparação aos exames admissionais em cursos superiores que a exigiam como um pré-requisito obrigatório e, nesse sentido, em função da possibilidade dos estudantes prestarem exames parcelados, a procura pelas aulas de Física era baixa no século XIX.

Ao longo da primeira metade do século XX, a Física se tornou disciplina obrigatória e autônoma no ensino secundário. Com o fim dos exames parcelados a partir da Reforma Francisco Campos, sua presença se associou ainda mais com os exames vestibulares, tendo em vista que sua oferta se dava nas últimas séries de escolarização e o acesso à educação ainda era restrito a uma pequena parcela da população que, por sua vez, almejava o ensino superior, ainda em processo de constituição e de expansão no país nesse período. Aos poucos, a justificativa para a presença da disciplina de Física no currículo foi assumindo a tônica da própria terminalidade do ensino secundário: preparar o acesso ao ensino superior.

A influência da Congregação do Colégio Pedro II na constituição dos programas de estudos de Física no âmbito das Reformas Francisco Campos e Gustavo Capanema perpetuou aspectos de um modelo de ensino influenciado pela didática francesa. Além de ser elitizado, o ensino de Física se voltava à difusão de técnicas e procedimentos para a resolução de exercícios que, em muito pouco, lembravam a ciência de referência, visando preparar o estudante para prestar os exames admissionais ao nível superior.

Durante a vigência da primeira LDB, a Física deixou de ser uma disciplina escolar obrigatória, podendo ou não ser incluída nas propostas curriculares a critério das normatizações do CFE e dos CEE. Embora o CFE tenha indicado quatro possibilidades de organização curricular, a presença da Física era garantida em apenas uma delas, de forma que as implicações decorrentes no âmbito da Lei nº 4.024/1961 abriram precedentes para a organização curricular do ciclo colegial sem a

abordagem de conteúdos escolares de Física. A flexibilização curricular prevista e atribuída ao CFE não garantia, portanto, a oferta da disciplina a todos os estudantes do ciclo colegial. Nesse sentido, é de se reconhecer que a presença da Física sofreu um revés quando comparada às duas últimas reformas anteriores (Francisco Campos e Gustavo Capanema).

Tal tendência foi aprofundada com as reformas educacionais promovidas pelos governos militares no âmbito dos acordos MEC-USAID. A contenção da demanda de vagas para o ensino superior em conjunto com a Reforma do Ensino Secundário (Lei nº 5.692/1971) impuseram a profissionalização técnica como finalidade obrigatória do então 2º Grau. Nesse sentido, até então propedêutica em sua finalidade, a Física Escolar ficou restrita, na esfera dos documentos legais, a alguns conteúdos escolares gerais, bem como a possíveis tópicos de cunho instrumental em cursos técnicos. Vista como parte de um amplo processo de reforma para conter o acesso ao ensino superior e garantir formação escolar em nível elementar, a profissionalização obrigatória do 2º Grau reduziu as possibilidades para a presença da Física Escolar, disciplina constituída até então em função de finalidades propedêuticas.

É importante destacar que as reformas educacionais que ocorreram nas décadas de 1960 e 1970 estiveram voltadas em função da necessidade de prover mão de obra técnica escolarizada. Até então restrita às elites, a escolarização elementar passou a se tornar uma exigência para a população em geral, com o Estado assumindo gradualmente a tarefa de provê-la, com vistas ao desenvolvimento da nação (primeiramente o ciclo primário e, conseqüentemente, o 1º Grau). Contudo, tal como se dava no contexto das reformas Francisco Campos e Gustavo Capanema, a disciplina de Física não encontrou respaldo para a sua presença obrigatória no novo cenário que se desdobrava. A obrigatoriedade da presença de uma disciplina puramente propedêutica se mostrou incompatível com a demanda de escolarização profissionalizante para as massas. No caso da Física, sua presença estava cada vez mais relacionada à preparação para o concurso vestibular.

Convém destacar que, mesmo com as novas determinações normativas que não colocavam a Física como disciplina obrigatória e, em alguns momentos, engessavam o currículo do 2º Grau, a sua presença continuou a se dar nos currículos escolares de parte dos colégios públicos tradicionais, nos colégios particulares, bem como em cursos preparatórios para o vestibular, pois continuava sendo parte

integrante dessas provas. Em função das mudanças estruturais que os exames admissionais sofreram, desde o formato das provas até as alterações promovidas pelo Decreto nº 68.908/1971, o concurso vestibular conhecido desde então impôs o domínio de tópicos da Física Escolar como um pré-requisito para o êxito nos testes.

Nesse sentido, a Física Escolar passou a estar fortemente relacionada com os exames vestibulares na segunda metade do século XX. Ao passo em que mais pessoas passavam a ter as condições para prestar o exame vestibular, o crescimento do número de vagas era muito aquém, impondo uma forte concorrência por meio da qual o conhecimento escolar de Física de cunho instrumental era imprescindível. Ao exigirem conhecimentos da disciplina, os exames vestibulares contribuíram para consolidar uma tradição escolar fortemente matematizada numa perspectiva utilitária, contribuindo para que o ensino de Física fosse se firmando enquanto tradição ao longo do século passado e a Física Escolar incorporasse as exigências dos vestibulares em sua tradição.

Almeida Jr. (1980) aponta que o vestibular acabou por impor grande parte das suas características à Física enquanto disciplina escolar, inclusive o fato de o seu ensino não envolver a dimensão experimental. A esse respeito o autor se expressa:

Mas, a exemplo do exame preparatório nas escolas do Império, o clichê modelador de todos os comportamentos docentes e discentes na maioria das escolas de 2º grau hoje é o vestibular. Seu espectro controla os programas, determina os objetivos e o tipo de avaliação, define a qualidade dos exercícios, elimina as aulas de laboratório e, mais incrível ainda, prescreve as aspirações profissionais de muitos jovens que iniciam a escolha da carreira pela escola que maior facilidade apresentar no vestibular ou que tiver mais vagas com menos candidatos (ALMEIDA JR., 1980, p. 72).

Ao analisar o contexto educacional da década de 1980, Zanetic (1989) faz um alerta sobre os impactos do panorama predominante, pautado pela legislação educacional vigente de cunho tecnicista, para a seleção de conteúdos escolares e estratégias didáticas no 2º Grau, em particular relacionados à disciplina de Física. Segundo o autor, esse *modus operandi* beneficiava apenas uma minoria dos estudantes, que prosseguiriam com os estudos universitários.

A partir da análise dos conteúdos ministrados na escola pública, dos livros didáticos, dos exames vestibulares, da estrutura dos cursos de licenciatura e do contato com professores, Zanetic (1989, p. 15-18) enumera algumas características

presentes no ensino de Física ministrado até então. Para o autor, o ensino da disciplina é marcado pelas seguintes deficiências:

- **Operacionalização muito pobre dos conceitos e leis da Física**, sobretudo refletida nos livros didáticos. Para Zanetic, o número de páginas dedicadas nos livros à exposição teórica é inferior à quantidade de páginas dedicadas a exercícios (resolvidos e propostos);
- **Ausência de práticas experimentais** (experimentos para construção teórica ou experiências vinculadas à prática cotidiana), essenciais para a compreensão dos conceitos, teorias e métodos da Física;
- **Ausência de uma discussão epistemológica acerca das mudanças que a Física passou** desde a sua estruturação clássica a partir do século XVII. Segundo Zanetic, em geral a imagem que se repassa da Física é a de que sua evolução decorre de conhecimento contemplativo, restrito a poucos iluminados;
- **Ausência das contribuições da História da Ciência**, tanto a que versa sobre aspectos internos da Física quanto de aspectos relacionados ao contexto social. O autor argumenta nesse sentido que a imagem repassada reforça a ideia que o conhecimento físico surgiu num vazio intelectual, desprovido de condicionantes externos;
- **Presença de uma visão ingênua sobre a natureza do conhecimento físico**, que seria caracterizada, de acordo com Zanetic, como neutra, apolítica, e desligada do cotidiano. Nesse sentido, ele argumenta que isso decorre da abstração dos exemplos resolvidos e da sua a-historicidade, o que leva à visão equivocada de autonomia da Física face à vida social, representando um obstáculo para transpor os conhecimentos escolares às situações contemporâneas em que a Física pode contribuir;
- **Predomínio de conteúdos de Física Clássica**, o que implica dizer que não são contemplados os mais recentes avanços da Física a partir do advento da Relatividade e da Mecânica Quântica;
- **Descontentamento dos estudantes** manifestado pela sensação de desconforto diante da Física Escolar. Segundo o autor, há forte rejeição dos adolescentes à Física ensinada nas escolas. A disciplina de Física comparece

como uma das que mais reprova, o que o leva a resgatar as bases etimológicas do termo “disciplina”.

Segundo Zanetic (1989), a Física ensinada nas escolas além de ser deficiente é danosa, pois apresenta uma visão distorcida da Física enquanto ciência. Para o autor, a disciplina escolar difere em essência do seu campo de referência: é matemático-operacional, metodologicamente pobre, descontextualizada num sentido mais amplo e, por isso, “nasce sob o signo do distanciamento com relação à ‘Física real’” (ZANETIC, 1989, p. 177). De acordo com ele, essa herança formulística de cunho tecnicista, sobretudo agravada nas últimas décadas, deve ser superada agregando substrato cultural aos cálculos, de modo que se possa compreender a interligação da Física com as outras dimensões presentes na sociedade.

Com base em Zanetic, é possível inferir que o ensino de Física se tornou um instrumento de segregação no interior das escolas, uma vez que, tendo quase que exclusivamente o vestibular como fim, destinava-se a uma pequena parcela dos estudantes e se explicitava no domínio de um conjunto de ferramentas para transpor obstáculos para o acesso ao ensino superior. Enquanto conhecimento de referência, vivo e integrante da cultura humana, marcado por imprimir sentido na compreensão e na transformação social, a Física levada a cabo nas escolas se transformou numa seleção cultural empobrecida, pautada por um conjunto de fragmentos desconectados e instrumentais que não fazem sentido para a maior parte dos jovens que conseguiram cursar o 2º Grau de então.

Em relação ao predomínio de conteúdos de Física Clássica no currículo escolar de Física, a pesquisa em Ensino de Física tem apontado para a existência de uma tradição consolidada que considera apenas a Física desenvolvida entre o século XVII e meados do século XIX, e que a organiza em blocos didáticos engessados (cinemática, leis de Newton, terminologia, óptica geométrica e circuitos elétricos), excluindo-se assim vários séculos de Física elaborada. Nesse sentido, os trabalhos⁶² têm sinalizado para a necessidade de se atualizar os currículos escolares, contemplando outras possibilidades de arranjos que incluam também os desenvolvimentos da Física ocorridos ao longo do século XX.

Essas considerações permitem reconhecer algumas características presentes no ensino da Física Escolar enquanto tradição consolidada no contexto educacional

⁶² Um trabalho que se destaca nesse contexto é o de Terrazzan (1994), em que são discutidas perspectivas para a inserção de conteúdos de Física Moderna no currículo escolar de Física.

brasileiro. A análise de documentos normativos, bem como de trabalhos de cunho histórico e epistemológico relacionados à presença da Física no currículo escolar possibilita a reconstrução de uma representação dessa tradição inventada. Utilizando o conceito de código disciplinar de Cuesta (1997, 2003) e, com base na análise realizada até aqui, é possível caracterizar a disciplina escolar de Física enquanto tradição estabelecida a partir dos seus principais aspectos constitutivos. Em outras palavras, a disciplina escolar de Física se constituiu propedêutico-instrumental, dogmática e elitizada.

Inicialmente propedêutica, a Física Escolar se firmou no contexto brasileiro enquanto tradição como uma disciplina de cunho **propedêutico-instrumental** à medida que os exames admissionais para o nível superior assumiram o formato dos concursos vestibulares. Dos exames parcelados presentes desde o Brasil Império às consequências das reformas educacionais promovidas pelo regime militar, a Física Escolar esteve fortemente vinculada à continuidade dos estudos após a educação secundária. E isso implicava no domínio de ferramentas e técnicas instrumentais que pudessem ser aplicadas na realização dos exames admissionais.

Essa característica permite compreender que os conhecimentos escolares de Física – muitas vezes reduzidos a axiomas expressos em "fórmulas", empobrecidos conceitualmente, desprovidos de sua dimensão experimental - se afastaram do campo de referência, pois sua centralidade não estava na formação de futuros cientistas, mas na preparação para o êxito dos testes vestibulares por meio do domínio de ferramentas e técnicas empobrecidas epistemologicamente, porém indispensáveis para a resolução dos testes. Desse modo, o recorte dos conteúdos se pautava naquilo que pudesse ser transposto a essa lógica, mesmo que isso implicasse em desconsiderar aspectos fundamentais para o campo de referência.

Uma segunda característica presente no código disciplinar da Física está relacionada à presença de dogmas. A Física Escolar se revela desde suas origens como uma disciplina **dogmática**, pois o seu ensino visava predominantemente a compreensão e aplicação de conhecimentos expressos em axiomas para resolução de exercícios, em detrimento de uma discussão histórica e epistemológica sobre a natureza do conhecimento propriamente dito. Esse aspecto foi se moldando, sobretudo, em função dos avanços e do prestígio que o campo de referência adquiriu ao longo do século XIX.

Fortemente influenciado pelas concepções filosóficas de então, o ensino de Física encarou o conhecimento científico como a expressão exata e rigorosa da natureza, sobretudo em função da linguagem matemática empregada. Ao constituir sua vulgata baseada nessa concepção, a Física Escolar desconsiderou elementos externos ao arcabouço conceitual consolidado da Física, tais como questões metafísicas, controvérsias históricas, aspectos epistemológicos, bem como implicações sociais e tecnológicas das atividades desenvolvidas no campo de referência.

Nesse sentido, o arcabouço da Física Clássica se firmou enquanto tradição escolar, pois espelhava a concepção filosófica dominante no ensino de Física, de cunho iluminista-positivista, ao passo que as questões epistemológicas enfrentadas pela Física no início do século XX, bem como os seus desdobramentos na constituição do campo não encontraram espaço apropriado para a sua inserção efetiva nos currículos escolares, sobretudo ao longo dos últimos cinquenta anos.

Outro ponto que reflete esse aspecto no código disciplinar está relacionado ao sequenciamento e ordenação dos conteúdos escolares. Aos poucos, a partir de uma lógica própria, não necessariamente histórica, foi se firmando a estrutura axiomática, base para a abordagem dos tópicos escolares de Física e que muito pouco mudou ao longo do tempo. A divisão em blocos como cinemática, dinâmica, hidrostática, termologia, óptica geométrica, ondas, eletrostática, circuitos elétricos, representa a expressão dessa organização que se naturalizou nas escolas brasileiras. E é justamente essa lógica que constitui um dos entraves para a inserção de conteúdos escolares de Física Moderna e Contemporânea, tão necessários para a formação escolar.

Por fim, é possível apontar que a Física Escolar é **elitizada** à medida em que historicamente o seu ensino não se mostrou acessível e atraente para os estudantes que tiveram acesso à escola. A baixa procura registrada pelas aulas de Física ao final do século XIX somada aos excessos de pré-requisitos matemáticos que o seu estudo demandava (por exemplo, o estudo de Mecânica) constituem indicativo de que, mesmo para a pequena parcela da população que detinha acesso à escola, o estudo de Física era uma barreira a ser transposta e, quando possível, era evitada.

Mesmo com as reformas educacionais da primeira metade do século XX, em que a Física se tornou disciplina obrigatória e essencial para a preparação aos exames admissionais, ela não se tornou uma disciplina interessante e atrativa. Embora

algumas iniciativas de divulgação científica foram realizadas, sobretudo na segunda metade do século XX, a situação evidenciada por Zanetic (1989) na década de 1980 mostra que, em geral, predominou o descontentamento entre os estudantes. Assim, é possível considerar que, ao se distanciar do campo de referência, a própria Física Escolar se tornou um obstáculo estético em relação à Física, isto é, sua estrutura enquanto disciplina escolar não potencializava nos estudantes o desenvolvimento da percepção estética da Física, o que implicava na perda de potenciais profissionais e cientistas que poderiam ser formados, caso sua escolarização levasse isso em conta.

Ao contrário de outras disciplinas escolares que sofreram grandes transformações ou foram eliminadas das propostas curriculares, a Física praticamente sofreu pouca alteração em seu código disciplinar até o início da década de 1990, em função de sua estabilidade e prestígio acadêmico. Nesse sentido, é possível compreender tal quadro a partir da hipótese de Santos (1990), para a qual quanto maior for o grau de maturidade e desenvolvimento de uma disciplina, bem como maior o grau de organização social dos profissionais da área, maior será o peso dos fatores internos ao seu desenvolvimento. De acordo com Lopes (1999, 2007), nessa lógica as ciências físicas (Física e Química) sofrem mais influência dos fatores internos que externos, pois representam um saber com uma tradição histórica consolidada há mais tempo.

A partir da década de 1980, a demanda pela ampliação da escolarização para a população em geral, aliada com o fim da obrigatoriedade da profissionalização compulsória do 2º Grau e o conseqüente retorno da presença da Física enquanto disciplina obrigatória no currículo do 2º Grau, trouxeram à tona as implicações de sua tradição escolar. Em grande medida, se num modelo de escolarização propedêutico a Física se mostrava de difícil acesso, numa perspectiva de escolarização de massas poderia implicar em exclusão para grande parte dos estudantes que passariam a ter acesso à escolarização.

Atentos a essas questões, pesquisadores⁶³ da área de Ensino de Física buscavam compreender os principais problemas enfrentados, bem como adequar o

⁶³ Embora o ensino de Ciências tenha sofrido um revés quando considerado o período 1960-1980, a pesquisa acadêmica se fortaleceu nesse período. Delizoicov e Angotti (1990) apontam que, a partir de meados da década de 1970, grupos de pesquisa em Ensino de Ciências e em Ensino de Física já estabelecidos iniciam uma reflexão sobre o trabalho realizado na área, bem como sobre aspectos não considerados adequadamente. Dentre os pontos observados encontra-se a preocupação com aspectos históricos, epistemológicos e sociais do conhecimento científico, bem como suas implicações para o ensino.

ensino da disciplina às necessidades contemporâneas. No que se refere especificamente ao desenvolvimento da pesquisa em Ensino de Física, Almeida Jr. (1980) destaca a realização em 1970 do primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) na USP. Esse evento objetivou um primeiro contato oficial entre pesquisadores das diversas regiões do país e permitiu traçar um panorama acerca das condições materiais em que se dava o ensino.

Segundo Almeida Jr. (1980), em linhas gerais os principais problemas apontados foram: a ausência de professores com formação específica em Física; as fragilidades estruturais dos cursos de formação inicial de professores, bem como a ênfase excessiva em conteúdos científicos em detrimento de uma formação pedagógica adequada; a falta de perspectiva de formação continuada para os profissionais, que se sentiam desorientados; o excesso de materiais com orientações diversificadas, em que a ausência de um norte comum para o ensino secundário se fazia sentir; por fim, a influência do vestibular na definição dos tópicos de Física a serem ensinados.

Inserido nesse contexto, Zanetic (1989) propõe aproximar a Física Escolar do campo de referência, enquanto parte da cultura humana. A partir do estágio atual, o autor defende a necessidade de ressignificar o ensino da disciplina, de modo que os saberes ensinados possam ser, de fato, considerados como parte da cultura humana. Para ele, esse processo implica numa revisão do modelo de formação docente e que deve incluir pressupostos filosóficos presentes no ensino de Física, o papel da História da Ciência no ensino, bem como as interações entre Física, sociedade e cultura. Assim, o autor busca mostrar que

[...] a Física é uma instituição social, pelo menos a partir da segunda metade do século XVII; como tal, ela sofreu profundas transformações no seu modo de se relacionar com as demais instituições sociais. Ela sofreu influências profundas da organização reinante nos diferentes períodos históricos, bem como influenciou os mais diversos aspectos da vida social: seu papel na indústria, comércio e organização militar, que enfatiza a dimensão sócio-econômica é o que costuma ser salientado, porém, sua influência nos demais setores culturais também não é de forma alguma desprezível (ZANETIC, 1989, p. V).

Por sua vez, num estudo voltado para a compreensão de perspectivas para a inserção de Física Moderna na escola média, Terrazzan (1994) chama a atenção para o fato de que a presença de tópicos atualizados de Física é negligenciada nos currículos escolares. A respeito dessa questão, destacava que, contraditoriamente,

artefatos tecnológicos atuais, bem como fenômenos ao nosso redor são compreendidos apenas em função dos conceitos científicos desenvolvidos a partir do início do século XX. Assim, sua presença nos currículos escolares seria essencial para “o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo” (TERRAZZAN, 1994, p. 43).

A necessidade de se ressignificar a Física Escolar está em sintonia com um projeto de educação de massas voltado para a formação cidadã. Nesse sentido, considerando que a oferta de escolarização em nível médio passou, a partir de 1996, a ser gradativamente ampliada, é de se reconhecer que a escola média enquanto instância socializadora de conhecimentos não pode limitar sua atuação apenas à formação de estudantes que visem o prosseguimento de estudos superiores, mas também considerar que grande parte dos estudantes que ali passam encontrará no Ensino Médio a etapa final de sua escolarização. A educação para a cidadania é, portanto, a perspectiva que não marginaliza nenhum segmento social, ao mesmo tempo que possibilita a formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de articular os conhecimentos de Ciências com o mundo que os cercam.

Em certa medida, as discussões realizadas no âmbito da pesquisa acadêmica de Ensino de Física foram incorporadas aos novos documentos curriculares produzidos ao longo dos últimos vinte anos. No intuito de reorientar o sentido do ensino de Física, argumentando sobre a necessidade de se questionar certos elementos até então naturalizados em grande parte pelas propostas curriculares, de se eliminar conteúdos obsoletos e introduzir questões fundamentais para oportunizar uma escolarização cidadã, os documentos curriculares nacionais produzidos no âmbito da atual LDB promoveram uma ressignificação da Física Escolar, tensionando assim a estrutura de seu código disciplinar. Nesse sentido, esses documentos procuraram romper com a tradição, estabelecendo a necessidade de formar os estudantes para os desafios da vida. No que se refere à Física, apesar de suas limitações e de haver naquele período um pano de fundo ideológico condizente com a política econômica hegemônica, é possível considerá-lo como um avanço, sobretudo por incorporar elementos da pesquisa acadêmica das últimas décadas.

Apesar de eventuais limitações, os documentos curriculares relativos ao ensino de Física representam importantes avanços nos últimos vinte anos, pois visaram ressignificar a disciplina de Física, de modo que essa possa estar presente e

contribuir no processo de escolarização da população em geral, que passaria a ter acesso e a oportunidade de estudar. Ao reorientar o seu ensino por meio de uma perspectiva cidadã, reconhecendo a importância de sua especificidade e, ao mesmo tempo, delineando um novo esboço de organização curricular, os documentos imprimiram expressiva manifestação visível de alteração ao código disciplinar da Física Escolar, refletindo as pesquisas em Ensino de Física.

Contudo, a ressignificação da Física Escolar não depende exclusivamente da alteração de documentos curriculares. Há de se observar, conforme alerta Cuesta (1997, 1998, 2003), os outros elementos visíveis do código disciplinar, tais como o livro didático, bem como os elementos invisíveis, relacionados ao contexto de sala de aula. Nesse sentido, é possível considerar que a efetivação de novas propostas curriculares de Física esbarra na tradição estabelecida em sala de aula, isto é, nas práticas escolares. É necessário articular estratégias de médio e longo prazo para promover alterações significativas, como a revisão dos cursos de formação inicial e a oferta contínua de formação continuada de professores no intuito de tensionar essa tradição.

Conforme abordado anteriormente, a preparação para o vestibular se mostrou uma importante justificativa para a consolidação da presença escolar da Física. Essa variável se manteve pujante no contexto da atual LDB, ainda que os documentos curriculares que se desdobraram manifestassem a necessidade de se promover um ensino de Física que estivesse em sintonia com a formação para a vida. Contudo, ao longo de seus vinte anos de existência, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) se tornaria uma referência consolidada juntamente com os vestibulares tradicionais, pois num contexto de ampliação do acesso ao ensino superior, permitiria aos interessados concorrer a vagas em universidades públicas e particulares.

Nesse período, o ENEM⁶⁴ passou a ser objeto de interesse no ensino de Física, cujo foco foi reorientado com vistas a preparar o estudante para as questões desse exame. A partir de 2009 passou a ser estruturado na forma atual: uma redação

⁶⁴ O ENEM foi criado em 1998. Realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Brasileiras Anísio Teixeira (INEP), esse exame teve por objetivo inicial avaliar a qualidade do Ensino Médio. Com a expansão do Ensino Médio e, também, da oferta de vagas no ensino superior a partir do Governo Lula (2003-2010), cuja seleção passou a se dar pelo Sistema de Seleção Unificado (SISU) e o Programa Universidade para Todos (ProUni), o ENEM foi aos poucos sendo remodelado, passando a ser considerado um exame indispensável, assumindo assim as dimensões de um concurso vestibular. Pra se ter uma ideia do seu alcance, na primeira edição foram inscritos 157.221 candidatos. Na edição de 2014 bateu o recorde com 8.721.946 candidatos inscritos.

e quatro provas de 45 questões cada, referentes a cada área de conhecimento. A base de referência atual do exame é a LDB e os documentos curriculares que se desdobraram dela, os quais estão expressos em matrizes de referência baseadas em competências e habilidades específicas (BRASIL, 2015a).

No caso da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a matriz de referência do exame apresenta oito competências específicas. Além dos conhecimentos específicos de Física, Química e Biologia, existem competências específicas para avaliar questões relativas à Natureza da Ciência, as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, entre outras. Especificamente, a competência relacionada diretamente à Física procura avaliar se o candidato é capaz de “apropriar-se de conhecimentos da Física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas” (BRASIL, 2009c). Em seu anexo, a matriz de referência apresenta para cada disciplina a lista dos objetos de conhecimento associados. No caso da Física, percebe-se o predomínio de tópicos associados à Física Clássica.

Embora o ENEM tenha sido importante para promover políticas públicas de acesso ao ensino superior, as suas implicações para a Física Escolar se dão na medida em que os conteúdos indicados na matriz de referência privilegiam em grande parte tópicos de Física Clássica, engessando assim perspectivas de atualização curricular. A ausência de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, aliada a uma cultura escolar do ensino de Física com vistas à preparação para o exame externo, reforça aspectos presentes no modelo hegemônico já consagrado da disciplina escolar.

Contribuindo para o processo de resignificação da Física Escolar, voltando-a para uma perspectiva de formação cidadã, o MEC passou a atender essa disciplina na distribuição de livros didáticos no âmbito do PNLD. Promovida no contexto em que o Ensino Médio passou a ser etapa de escolarização obrigatória, essa iniciativa tem sido de suma importância para reforçar na prática as novas orientações curriculares para o ensino da disciplina, porém é preciso reconhecer que o próprio livro didático carrega consigo as tensões em torno do código disciplinar e das finalidades da própria escolarização.

É nesse cenário em torno da Física Escolar pautado, sobretudo, pelas tensões entre a tradição configurada a partir de seu código disciplinar propedêutico-instrumental, dogmático e elitista e as exigências de sua resignificação para que se

volte às necessidades de uma educação cidadã que será considerado o potencial que a História da Ciência apresenta ao ensino. Tal temática será objeto de discussão nos dois próximos capítulos.

4 GÊNESE E DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO CAMPO DE PESQUISA

O estudo da História da Ciência é um campo de investigação que tem despertado interesse significativo nas últimas décadas, tanto em âmbito internacional como nacional, bem como de profissionais de diferentes formações. Esse fato se justifica em função das contribuições propiciadas ao debate em torno da Natureza da Ciência e do conhecimento científico, bem como pelo potencial agregador que o campo apresenta para a área de Ensino de Ciências, em especial ao ensino de Física.

4.1 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO CAMPO DE PESQUISA

Embora possa sugerir uma interpretação imediatista, o significado da expressão “História da Ciência” não é algo simples e a sua incompreensão pode acarretar em distorções relacionadas ao entendimento de ciência, bem como ser nociva ao ensino quando estiver pautado por abordagens históricas. Nesse sentido, Alfonso-Goldfarb (2008) aponta que a literatura enumera diversos problemas a respeito quando se ignoram as diferenças entre a História da Ciência e outros campos de estudo. Assim, torna-se necessário e prudente tomar como ponto de partida a análise dos termos constituintes da referida expressão para compreender melhor as implicações do raciocínio dessa autora.

De acordo com Abbagnano (2007), o termo “história” carrega uma ambiguidade intrínseca, característica presente em todas as línguas modernas atuais. Para o autor, esse termo possui dois significados: por um lado, está relacionado aos conhecimentos dos fatos ocorridos e relacionados ao ser humano ou à ciência que disciplina e dirige esse conhecimento (*história rerum gestarum*) e, por outro lado, está relacionado aos próprios fatos em sua totalidade (*res gestarum*). Em sintonia, Koyré (2011a) menciona duas compreensões: “história objetiva” ou “atualidade passada” e o relato feito pelo historiador, cujo objeto é justamente esse passado. Por sua vez, Kragh (2001) distingue também duas interpretações para o termo: por um lado, corresponde aos fenômenos ou acontecimentos que sucederam no passado e, por outro lado, designa a análise histórica, isto é, a interpretação teórica feita sobre o passado.

Derivada da palavra latina *scientia* (conhecimento), o termo “ciência”, por sua vez, remete a um tipo único de comportamento humano. Fourez (1995) argumenta que o termo pode designar dois tipos de fenômenos. Uma primeira possibilidade de uso consiste na representação do mundo feita por qualquer tipo de civilização ou grupo humano, designando assim o conhecimento em geral. A segunda possibilidade está associada à representação do mundo adotada pela civilização ocidental a partir do século XIV, conhecida como ciência moderna⁶⁵, a qual designa o modo específico de conhecimento que seria a marca do mundo ocidental. Conforme aponta Kragh (2001), dentro dessa segunda possibilidade é também admitido distinguir duas dimensões: intelectual e comportamental. Assim, para ele, ciência designa o conjunto de afirmações empíricas e formais acerca da natureza num dado momento do tempo, bem como as atividades ou comportamentos dos cientistas desde que estejam relacionadas com empreendimentos científicos. Nesse sentido, para Kragh a segunda dimensão engloba a primeira como resultado do processo.

Entretanto, a História da Ciência em sua essência não é entendida a partir da compreensão isolada dos termos constituintes da expressão. Isto é, não basta unir a definição de **ciência** com a de **história** para que o resultado seja a definição de **História da Ciência**. Acerca disso, Alfonso-Goldfarb aponta que

Não basta juntar História e Ciência para que o resultado final provavelmente seja História da Ciência. E isso não acontece só porque a junção ou a combinação de duas coisas diferentes quase sempre produz uma terceira com características próprias, embora se pareça com as que lhe deram origem. [...] No caso da História da Ciência, a complicação é ainda maior, porque a História da Ciência, que se desenvolveu no interior da Ciência, sempre esteve mais próxima da Filosofia (Lógica, Epistemologia, Filosofia da Linguagem), do que da História (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 8).

A análise da autora faz sentido uma vez que a ciência moderna, voltada à natureza, conquistou sua autonomia num processo que se iniciou cerca de quatro séculos atrás. Por outro lado, as ciências humanas, da qual a História faz parte, são relativamente recentes, tendo suas origens assentadas no século XIX. Embora a institucionalização da História da Ciência seja mais recente ainda (início do século

⁶⁵ A respeito dessa segunda possibilidade, Fourez (1995) considera que, apesar de possuir antecedentes, sobretudo na cultura grega, a ciência moderna tem suas origens ao final da Idade Média, continuando com o florescimento da civilização burguesa.

XX), as produções historiográficas sobre a ciência⁶⁶ são de longa data e cumprem papéis estabelecidos para determinados períodos históricos, conforme será analisado posteriormente.

A discussão sobre a complexidade inerente à expressão “História da Ciência” vai além de sua análise etimológica. Martins (2005) alerta para o fato de que não há um consenso de ordem epistemológica em defini-la, isto é, se seria preferível denominar de **História da Ciência** ou de **História das Ciências**. Segundo a autora (2005, p. 305-306), “em um nível fundamental, os filósofos da ciência vêm debatendo há muito tempo acerca dos critérios que vão delimitar o que é ciência e o que não é ciência e ainda não chegaram a um acordo”.

Em outro trabalho (2008), Alfonso-Goldfarb caracteriza a História da Ciência como um campo de interface, multifacetado, para o qual contribuem três grandes áreas: (i) a que é composta pelas várias ciências, com as quais a História da Ciência se relacionou desde os seus primórdios por meio de um metadiscurso; (2) a Filosofia, em particular a História da Filosofia e a Filosofia da Ciência; e (3) a História, última área a ser constituída.

Beltran et al. (2014), por sua vez, entendem a História da Ciência como um campo interdisciplinar do conhecimento. Para os autores, a “História da Ciência é o estudo da(s) forma(s) de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades em diferentes épocas e culturas” (p. 15, grifo nosso). Eles também destacam a presença de três objetos de estudo na História da Ciência: o objeto da **Epistemologia** (formas de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos), da **História Geral**⁶⁷ (conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades em diferentes épocas) e, por fim, da **Sociologia** (conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades em diferentes culturas). Decorre dessa análise que três abordagens contribuem na produção do conhecimento em História da Ciência: a epistemológica, a historiográfica e a conceitual, sendo impossível reduzir o campo a apenas uma delas.

⁶⁶ Deste ponto em diante, o termo “ciência” será utilizado em referência às ciências naturais, embora se reconheça que sua abrangência não se limita apenas em função destas.

⁶⁷ Neste trabalho entende-se por **História Geral** ou simplesmente **História** referindo a história social, política e econômica.

Embora receba contribuições de áreas distintas como a Filosofia, a História e a Sociologia, a História da Ciência possui o seu objeto de estudo constituído a partir da interface dessas áreas: a **ciência em sua dimensão histórica**. A complexidade desse objeto se revela à medida que é possível identificar nele os objetos de estudo das áreas que contribuem na História da Ciência. Nesse sentido ainda, Beltran et al. (2014) consideram-na como uma área de conhecimento interdisciplinar por excelência. E ponderam acerca da História da Ciência que, “embora distinta da história, da sociologia, da ciência, da epistemologia e da filosofia da ciência, estabelece interfaces com estas e outras áreas, pela natureza de seu objeto” (BELTRAN et al., 2014, p. 17).

Debus (1991) entende a História da Ciência como um microcosmo constituinte de um macrocosmo: a História em sua totalidade, isto é, o autor entende a História da Ciência como uma subárea da História. Para Debus, os desafios impostos aos historiadores da ciência nas últimas décadas refletem muitos dos problemas recorrentes a todos os historiadores nesse mesmo período. Embora a produção em História da Ciência seja antiga, recentemente se tornou respeitável academicamente, pois deixou de ser produzida por cientistas experientes que não exerciam mais o ofício, passando a ser assumida profissionalmente por pesquisadores exclusivos, ainda que, conforme será exposto adiante, historiadores “gerais” não têm demonstrado interesse nessa temática.

Por sua vez, Videira (2007) menciona que não há consenso a respeito de como definir a História da Ciência, sobretudo motivado pelas discussões travadas a partir da segunda metade do século XX. Para o autor, isso implicou um problema de identidade para o campo, pois existiriam até o presente ao menos dois modos de se fazer história da ciência: o modo dos cientistas e o modo dos historiadores e sociólogos. Em geral, o primeiro modo tende a ver a ciência como um grande feito. A produção histórica seria feita para legitimar concepções e ideais de cientistas. O segundo modo seria muito mais crítico em relação aos valores veiculados pelos cientistas e considera inaceitável conferir à produção historiográfica a prerrogativa de legitimar a ciência. Videira sintetiza os principais pontos da problemática em torno da identidade da História da Ciência a partir das respostas sugeridas a duas questões: o que é História da Ciência? Qual é o seu objetivo?

Com esses autores é possível perceber o quão complexa é a tarefa de caracterizar a História da Ciência atualmente, pois, a partir deles, entende-se que a

História da Ciência é, portanto, um campo interdisciplinar para o qual contribuem diversas especificidades do conhecimento, sobretudo no âmbito das ciências humanas. Embora atividades relacionadas ao campo datem de séculos atrás, sua institucionalização se deu apenas ao longo do século XX, período em que as questões centrais do campo foram sendo discutidas. É importante salientar que o objeto de estudo da História da Ciência não tem a ver com o objeto de estudo da ciência, mas se ocupa dela em sua dimensão histórica. Conforme aponta Kragh (2001), a evolução da História da Ciência nas últimas décadas caracterizou-se, sobretudo, por uma proliferação de métodos e perspectivas, mais do que pelo emergir de um consenso quanto ao que constitui exatamente esse campo. A respeito disso, é possível mencionar que as discussões travadas atualmente no âmbito da História da Ciência são marcadas, em parte, por tensões entre os diversos campos de conhecimento, caracterizando assim o problema de identidade do campo, o que se reflete até na produção em História da Ciência, conforme aponta Alfonso-Goldfarb:

Raramente, por exemplo, uma obra em história da filosofia será identificada como uma obra histórica, mas sim como um estudo em filosofia. Se essa obra, porém, for em história da ciência, ela será identificada, quase por certo, como um dos vários campos da história ou das ciências. Diferente, portanto, da história da filosofia, a história da ciência não tem nenhuma grande área que lhe empreste identidade. E o nome que carrega por tradição é apenas mais um dos muitos pontos cegos que demanda uma análise detida, se quisermos chegar às diferenças que lhe são próprias e lhe dão identidade (ALFONSO-GOLDFARB, 2008, p. 9).

Apesar dessas questões, a História da Ciência apresenta um grande potencial agregador embora seja um campo marcado por tensões. Segundo Kragh (2001, p. 37), a História da Ciência “quando bem conduzida, pode ter uma influência benéfica na ciência de nossos dias”. Isso se reflete tanto para o cientista, que pode se beneficiar em seu trabalho da contribuição histórica acerca de cientistas e filósofos anteriores, bem como para a sociedade em geral, pois pode obter um entendimento mais consistente acerca da ciência e de suas relações, sobretudo com a tecnologia e com questões sociais. Convém destacar também a importância para o campo da Didática que a História da Ciência possibilita, cuja discussão será feita no próximo capítulo.

A compreensão apresentada acerca da História da Ciência é problemática, pois reflete concepções acerca da Natureza da Ciência, do conhecimento científico, da influência dos agentes sociais, entre outras. Essas concepções foram (e continuam sendo) gestadas ao longo do tempo, se materializando em produções discursivas

cujas finalidades estiveram em consonância com suas épocas. As principais questões que emergiram dessa vasta produção serão tratadas na próxima seção deste capítulo. Antes disso, entretanto, serão abordadas questões de ordem metodológica em torno da História da Ciência.

4.2 ASPECTOS METODOLÓGICOS EM HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O OFÍCIO DO HISTORIADOR

Embora atualmente seja considerada um campo interdisciplinar institucionalizado, a História da Ciência mantém fortes relações com a História, a Filosofia e a Sociologia. Em especial, da História empresta seus métodos de análise e de produção de conhecimento.

Conforme abordado anteriormente, **história**⁶⁸ é um termo ambíguo. Ao mesmo tempo em que designa uma ciência, também é utilizado para se referir ao conjunto de atividades humanas desenvolvidas e encadeadas ao longo do tempo, as quais independem do historiador. Dessa ambiguidade, será considerado daqui por diante a segunda possibilidade.

A **historiografia**, por sua vez, é caracterizada como sendo a produção discursiva do historiador. Essencialmente é composta por textos escritos e versa sobre a História enquanto conjunto de acontecimentos humanos pertencentes ao passado. Koyré (2011a, p. 416) aponta que “a história do historiador, *historia rerum gestarum* não contém todas as *res gestae*, mas apenas as que são dignas de serem salvas do esquecimento. A história do historiador, portanto, é o resultado de uma escolha. E até de uma dupla escolha”. Nesse sentido, a reconstrução historiográfica sempre será parcial, pautada pelo olhar interpretativo do historiador e, sobretudo, pela disponibilidade de fontes históricas. A produção historiográfica é consequência da atividade do historiador e sua qualidade em parte está relacionada ao acesso e interpretação de fontes.

De acordo com Kragh (2001), uma fonte histórica é um elemento do passado, criado por humanos e que tenha algo a dizer sobre o seu tempo. As fontes podem ser

⁶⁸ Deste ponto em diante o termo “História” (grafado com inicial maiúscula) será utilizado tanto para referir à ciência homônima, quando ao conjunto de atividades humanas desenvolvidas ao longo do tempo. O termo “história” (grafado com inicial minúscula) será compreendido como o produto da atividade do historiador, isto é, a atividade historiográfica.

classificadas como escritas e não escritas, bem como em primárias e secundárias. O autor entende por **fonte primária** a fonte proveniente da época sobre a qual tem algo a informar. Por sua vez, uma **fonte secundária** é originada num período posterior ao que se refere, tendo por base fontes anteriores, primárias. Para o autor (2001, p. 133), “é o historiador que transforma a relíquia numa fonte através de sua interpretação”. São exemplos de fontes primárias textos, imagens e documentários da cultura material; ao passo que produções escritas de autores caracterizam exemplos de fontes secundárias.

Para Martins (2004), além da História e das produções historiográficas, existe um terceiro nível discursivo referente às reflexões sobre a atividade dos historiadores. Denominado de **meta-historiografia**, este nível compreende trabalhos sobre metodologias de pesquisa histórica, bem como sobre correntes e abordagens utilizadas pelos historiadores ao longo do tempo. Nesse sentido, esse nível permite compreender os nuances que caracterizam a própria produção historiográfica.

Toda historiografia carrega consigo uma perspectiva, isto é, uma forma de se escrever a História. Isso implica que não existe, portanto, uma única forma, um único modo de se desenvolver a atividade historiográfica. Baseados nas mesmas fontes, diversos historiadores produzem diversas escritas da História. D’Ambrósio (2004, p. 167) aponta a respeito que “a interpretação das fontes depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história, que é um ingrediente central da historiografia. Um dos temas mais férteis e mais controvertidos do mundo acadêmico é a filosofia da história”.

A perspectiva historiográfica tradicional, que emergiu inicialmente no século XIX com o positivismo e que atualmente possui pouca credibilidade, entende a história como uma descrição do passado a partir de fatos documentados. Kragh (2001) identifica quatro elementos centrais da teoria que subjaz a essa perspectiva: (i) a História como realidade objetiva, objeto de interesse imutável para o historiador; (ii) a tarefa central do historiador como sendo a reconstrução da História (o passado tal como ele foi); (iii) a possibilidade de se ter um conhecimento objetivo de partes do passado histórico; e, (iv) o fato da história poder ser encarada como um somatório de fatos simples e específicos, os quais podem ser descobertos por meio do emprego de métodos críticos relativos às fontes. Essa perspectiva encara o passado como objeto a ser apreendido pelo historiador do presente, bastando a ele apenas utilizar de um método crítico para inquirir as fontes disponíveis. Não compete ao historiador interpretar e avaliar as ocorrências passadas, com fins a concluir algo sobre o

presente ou futuro com base na História. Não há distinção entre fatos do passado e fatos históricos, o que implica numa possível neutralidade para o historiador.

De cunho positivista, essa pretensa neutralidade foi sendo colocada em descrédito e abandonada ao longo do século XX. O historiador produz para o seu tempo e não para a eternidade, o que implica afirmar que esse profissional é fruto de um período específico e que o conhecimento histórico está em contínuo processo de reelaboração. Outro ponto a ser salientado é que existe uma dimensão interpretativa por parte do historiador, que implica numa relatividade dos dados históricos. Kragh (2001, p. 48) aponta que tal relatividade “está em concordância com o fato de que os fatos do passado podem ser transformados em fatos históricos”. Nem todos os fatos do passado são fatos históricos, cabendo ao historiador decidir quais são fiáveis e de interesse para figurarem na literatura histórica. Argumenta Kragh:

A intervenção ativa e socialmente condicionada do historiador no processo histórico explica dois aspectos importantes das obras históricas. Em primeiro lugar, que os mesmos temas e períodos são descritos e explicados diferentemente por diferentes historiadores que inclusive, tiveram ao seu dispor as mesmas fontes de informação. Em segundo lugar, que a história está sempre a ser reescrita. Tal deve-se em parte à descoberta de novas fontes, que obrigam a que seja feita essa nova escrita. O mais importante é que a interpretação do passado constitui, em certa medida, uma função do presente (KRAGH, 2001, p. 51).

Para Martins (2004), tal como a atividade desenvolvida na História que pode ser compreendida a partir da existência de três níveis - atividades humanas que se desenvolveram ao longo do tempo (História), a reconstrução discursiva desses fatos com base na análise das fontes (historiografia) e as tendências adotadas nas produções historiográficas (meta-historiografia) - a atividade em História da Ciência também pode ser compreendida nessa perspectiva, assumindo-se a existência de quatro níveis.

Segundo o autor, a Natureza em si caracteriza o primeiro nível, tendo existência independente dos cientistas; a ciência natural constitui um segundo nível, uma vez que é fruto da reflexão humana sobre a Natureza e produto primário da atividade do cientista (uma construção humana baseada nos fenômenos naturais); por sua vez, a historiografia da ciência constitui parte de um terceiro nível, referente aos estudos metacientíficos e que objetiva esclarecer aspectos da atividade dos cientistas envolvidos no estudo dos fenômenos naturais; por fim, um quarto nível decorrente

está relacionado às reflexões sobre a produção historiográfica da ciência (sua meta-historiografia).

Enquanto campo interdisciplinar, a produção historiográfica da ciência é anterior à institucionalização da História da Ciência. Por séculos, diversas formas de produção de relatos, baseados em metodologias variadas e visando finalidades específicas, produziram a mais variada historiografia da ciência. Muitos desses trabalhos foram feitos por cientistas e filósofos, indivíduos mais interessados em discutir o objeto ciência. Em muitos casos, os relatos produzidos se aproximam da perspectiva histórica tradicional. Nessa lógica, de acordo com Beltran et al. (2014, p. 20), “admite-se que a ciência teria se desenvolvido progressiva e linearmente. Nessa perspectiva, a História da Ciência representaria o progresso do espírito humano e da sociedade”. Os autores mostram que foi justamente com o processo de institucionalização da História da Ciência ao longo do século XX que essa perspectiva finalmente foi sendo superada.

Num trabalho de caracterização das abordagens tradicionais desenvolvidas no âmbito da História da Ciência, Martins (2001) elenca oito delas, todas anteriores ao século XX:

- **História da ciência dos pesquisadores ativos:** abordagem que remonta à Antiguidade e consiste no estudo dos precedentes históricos de um assunto, com a finalidade de se dar prosseguimento à temática. Nesse sentido, parte da obra de Aristóteles (384-322 a.C.) seria um exemplo dessa tendência;
- **História da ciência dos textos didáticos:** forma muito antiga de se apresentar elementos históricos em que o autor de um texto quer se mostrar bem informado, sem agregar inovação ao tema. Para Martins (2001), a obra *História Natural* de Plínio, o Velho (23-79), seria um exemplo dessa tendência.
- **Biografia de pensadores:** consiste num gênero presente desde a Antiguidade (Martins cita Plutarco como exemplo) e busca apresentar a vida de autores considerados importantes. Martins (2001) aponta que esse gênero se tornou frequente após a Revolução Científica, tornando-se uma forma de exaltação dos “grandes cientistas”;
- **História da ciência dos filósofos:** no âmbito da ciência moderna, muitos filósofos se voltaram para a História da Ciência em busca de informações e de inspiração. Os filósofos, segundo Martins (2001), utilizavam-se de exemplos do passado para a defesa de um ponto de vista epistemológico ou

metodológico e também com vistas à uma nova filosofia ou metodologia da ciência. Nesse sentido, Martins destaca os filósofos do Iluminismo e alguns expoentes do século XIX;

- **História das instituições de estudo e pesquisa:** esse estilo foi desenvolvido no âmbito das academias, centros de pesquisa e universidades. Consistia basicamente em crônicas produzidas por membros das próprias instituições, visando à preservação da memória do passado, embora predominasse o ufanismo em detrimento da análise crítica. Apesar disso, Martins (2001) considera esse estilo útil por propiciar informações importantes das instituições;
- **História das disciplinas científicas:** estilo que remonta à Antiguidade, mas que teve um grande desenvolvimento no século XIX. Reflete a preocupação em descrever o desenvolvimento das diferentes disciplinas. Diferentemente de esboços históricos contidos em obras científicas, esse gênero é caracterizado pela abordagem sistemática do desenvolvimento cronológico de uma dada disciplina, em que descrições mais detalhadas do passado estão presentes. Martins (2001) cita como importante exemplo a *História das ciências indutivas*, de William Whewell (1794-1866);
- **Estudos sobre pontos específicos da história das ciências:** segundo Martins (2001), esse tipo de pesquisa e produção sob a forma de artigos específicos surgiu no século XVIII e obteve progressiva expansão no século XIX, à medida que novos periódicos começaram a surgir;
- **Instrumentos para a história da ciência – bibliografias e textos:** gênero desenvolvido há alguns séculos, consiste na coleta e na publicação de informações bibliográficas e/ou textos antigos. Tais publicações, segundo Martins, visam subsidiar estudos científicos ou históricos.

Entretanto, por se tratar de um campo interdisciplinar, o trabalho realizado na História da Ciência não é desenvolvido a partir apenas dos métodos específicos da História. Faz-se necessária a apropriação de uma epistemologia que permita olhar para a ciência em sua natureza, ao mesmo tempo em que é fundamental considerar o arcabouço conceitual das Ciências Humanas e Sociais para a compreensão de que a ciência não existe independente de um contexto mais amplo. Há quem defenda que a essência do conhecimento científico obedeça a critérios estritamente epistemológicos ao passo que as discussões mais recentes da Sociologia da Ciência

entendem que tal essência é fruto de negociações travadas no ambiente de trabalho do cientista: o laboratório.

Para Lakatos (1998), a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega, havendo entre si uma relação de complementaridade. Segundo o filósofo húngaro, não é possível proceder à reconstrução racional da ciência sem se basear nas metodologias normativas fornecidas pela Filosofia da Ciência. A história sociopsicológica (externa) complementa a reconstrução racional (interna). O autor aponta que a História da Ciência é sempre mais rica que a sua reconstrução racional.

Por sua vez, Kuhn (2011) adverte que não há possibilidade de tornar a História da Ciência e a Filosofia da Ciência como algo único, pois isso as subverteria. As especificidades do ofício do historiador da ciência diferem substancialmente das do filósofo da ciência. Para o autor (2001, p. 29), “a História é [...] um empreendimento explicativo e, no entanto, suas funções explicativas são obtidas sem recurso às generalizações explícitas. [...] O filósofo, ao contrário, procura sobretudo generalizações explícitas e de alcance universal”.

Segundo Kuhn (2011), assim como o filósofo da ciência depende da História da Ciência para ter um contato mais próximo com a ciência, o historiador da ciência depende fortemente da Filosofia, em particular, da Filosofia da Ciência para o exercício de seu trabalho. A respeito desse ponto, o autor salienta que

Os historiadores da ciência precisam da Filosofia por razões imediatamente patentes e bem conhecidas. É, para eles, uma ferramenta básica, como o conhecimento da ciência. Até o fim do século XVII, muito da ciência era filosofia. Após se separarem, essas disciplinas continuaram a interagir de modo em geral muito significativo. Para quem não domina o pensamento das principais escolas filosóficas dos períodos e áreas que estuda, um tratamento bem sucedido de muitos problemas centrais da História da Ciência é impossível (KUHN, 2011, p. 34).

Kragh (2001, p. 28) entende que “o modo como hoje vemos a ciência é, ele próprio produto de um processo histórico, de uma contenda em que só as opiniões vitoriosas sobreviveram”. Desse modo, é necessário observar que não é possível adotar uma teoria historiográfica para a História da Ciência em que o passado seja visto com os olhos do presente. A própria construção do entendimento de ciência carrega sua dimensão histórica. Segundo Kragh (2001), ao olhar para o passado, o historiador deveria se ocupar de todas as ocorrências relacionadas à ciência, independentemente se essas se ajustam ou não à ciência contemporânea, embora o

autor destaque que essa ideia não é válida para todas as épocas e culturas. “A ciência como instituição e profissão, com as suas normas e valores, surge sobretudo no século XIX, pelo que e só a partir dessa altura podemos referir-nos à ciência no sentido atual do termo” (KRAGH, 2001, p. 28).

Kuhn (2011) destaca que a institucionalização da História da Ciência, sobretudo ocorrida com maior intensidade nos Estados Unidos a partir do início da segunda metade do século XX, é que possibilitou a dedicação exclusiva para a maioria dos profissionais que atuavam no campo, em especial aos mais jovens. A dedicação exclusiva à pesquisa em História da Ciência é condição sem a qual o campo não se desenvolveria.

Nas últimas décadas, novas tendências historiográficas em História da Ciência têm se fortalecido. Segundo Beltran et al. (2014), essas tendências têm buscado compreender a dimensão histórica da ciência não apenas em termos de continuidades, mas também de descontinuidades. Ao direcionarem seus estudos para o surgimento da ciência moderna, parte desses trabalhos passou a contemplar em suas análises elementos oriundos das antigas tradições culturais como o ocultismo, a religiosidade e as pseudociências, anteriormente relegados. Desse modo, essas tendências têm contribuído na releitura do surgimento da ciência moderna, desmistificando a visão tradicional corrente, uma vez que se entende que esses elementos culturais também foram determinantes em seu tempo, de forma voluntária ou involuntária, para o desenvolvimento da ciência.

O avanço da profissionalização e do desenvolvimento dos estudos em História da Ciência nas últimas décadas imprimiu de forma definitiva o caráter interdisciplinar do campo, o que implica na impossibilidade de se abordar o seu objeto de estudo de forma isolada, seja apenas pela Epistemologia, pela História ou pelas Ciências Sociais. Desse modo, a formação acadêmica própria para o profissional que visa atuar no campo se dá majoritariamente em nível de pós-graduação *stricto sensu*.

4.3 O DESENVOLVIMENTO DA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA

Admitindo-se, sob certa medida, que a História da Ciência, campo interdisciplinar interessado em compreender a dimensão histórica da ciência, carrega

consigo a problemática de sua identidade, a formatação desse campo só pode ser compreendida mediante análise do desenvolvimento de sua historiografia.

Em outras palavras, é necessário constituir uma análise de uma história da historiografia da ciência. O estudo da historiografia visa justamente traçar um panorama dos modos com que a história foi escrita. Em especial, o estudo historiográfico da ciência tem por temática a análise do conjunto de possibilidades que foram utilizadas para escrever sobre o passado da ciência.

Embora a institucionalização da História da Ciência seja recente (ocorrida ao longo do último século), o campo tem antecedentes que datam de vários séculos atrás. Nesse sentido, Kuhn (2011) considera a existência de dois momentos na produção historiográfica. O primeiro compreende a produção desenvolvida até o final do século XIX, em que filósofos e cientistas protagonizaram a escrita; e o segundo engloba a produção realizada a partir do século XX, momento em que ocorre a institucionalização do campo. Dessa periodização é possível inferir que a atividade historiográfica passou a ser realizada por profissionais historiadores apenas recentemente.

4.3.1 A historiografia da Ciência até o final do século XIX

O desenvolvimento da ciência sempre esteve acompanhado por descrições e análises históricas. Segundo Kragh (2001), formas primitivas de produção historiográfica em relação à ciência foram desenvolvidas na Antiguidade e Idade Média, do qual pouco foi preservado. Em geral, a forma habitual de encarar a ciência⁶⁹ nesses períodos implicava no estabelecimento de relações⁷⁰ com pensadores predecessores.

A atividade historiográfica desenvolvida na Antiguidade Clássica, por exemplo, não considerava o tempo numa perspectiva cronológica e linear, o que

⁶⁹ Marcondes (2005) defende que, apesar dos diversos povos da Antiguidade (assírios, babilônios, chineses, indianos, egípcios, persas e hebreus) terem desenvolvido suas visões próprias da natureza e maneiras distintas de explicar os fenômenos e processos naturais, somente os gregos fizeram ciência a partir do século VI a.C. Esse autor (2005, p. 19) argumenta que “é na cultura grega que podemos identificar o princípio desse tipo de pensamento que podemos denominar, nesta sua fase inicial, de ‘filosófico-científico’”.

⁷⁰ Neste contexto, um exemplo é a obra de Aristóteles (384-322 a.C.). Segundo Marcondes (2005), encontramos na obra aristotélica concepções filosóficas de pensadores pré-socráticos acerca da natureza, cujas obras originais não nos são mais disponíveis. Por meio da doxografia, Aristóteles nos legou na *Metafísica* aspectos do pensamento dos filósofos jônicos, como por exemplo, o entendimento de Tales de Mileto que a água seria o elemento básico constituinte da natureza.

contribuiu em parte para a ausência de uma verdadeira perspectiva historiográfica. Os gregos tinham apreço apenas pelos acontecimentos contemporâneos, os quais o historiador documentava pessoalmente a partir do testemunho ocular. A partir da Idade Média, o modo de se encarar o tempo sofreu mudança significativa, conforme aponta Kragh:

A datação precisa e a disposição dos acontecimentos por ordem cronológica estão profundamente ligadas a uma concepção linear de tempo. A visão linear e dinâmica do tempo resulta principalmente do pensamento judaico-cristão e só veio a difundir-se pela Europa na Idade Média (KRAGH, 2001, p. 2).

Até o surgimento da ciência moderna, pode-se afirmar que a produção historiográfica relacionada à ciência estava intrinsecamente ligada à própria ciência, que, por sua vez, encontrava-se vinculada ao pensamento filosófico. Em outras palavras, a história fazia parte da ciência constituída até então. Durante o surgimento da nova ciência ocorrido nos séculos XVI e XVII, a história assumiu papel de legitimar o conhecimento científico, pois, ao recorrer a grandes filósofos do passado, imprimia respeitabilidade aos novos trabalhos desse período.

No que se refere à historiografia da ciência na acepção que nos é mais próxima, Christie (2005) argumenta que determinar e comprovar a sua origem consiste num problema genuíno, pois na escrita de seus trabalhos muitos pensadores recorriam a uma revisão de trabalhos anteriores, isto é, se ligavam a uma tradição de pensamento. O autor entende que a busca das origens significativas da historiografia da ciência moderna consiste em reconhecer que a ciência é uma atividade que tem um significado geral⁷¹ em relação a todo o curso da própria história humana. O reconhecimento do significado global da ciência e de sua importância para a história do mundo fez parte do espectro de justificação da ciência, promovido em grande parte durante a Revolução Científica, cujo expoente mais proeminente foi o filósofo Francis Bacon⁷² (1561-1626).

⁷¹ Para Christie isso implica em reconhecer que a ciência não é apenas uma sequência de atividades de disciplinas separadas, cada uma com uma existência histórica diferente.

⁷² Francis Bacon foi um filósofo inglês que pertenceu à nobreza e fez carreira política. Na Filosofia se destacou pela crítica à escolástica medieval e ao pensamento aristotélico. Em sua obra buscou, de acordo com as concepções de seu tempo, um saber instrumental com viés de promover o progresso da ciência. Para Bacon, o objetivo da ciência constituía em desvendar a natureza, com vistas a ampliar os limites da razão humana.

Sob a influência do Iluminismo no século XVIII surgiu a preocupação pelo significado global e temporal da ciência. Caracterizado como sendo um movimento de reforma que almejava mudanças tanto em âmbito intelectual, quanto político e social, o Iluminismo produziu uma historiografia⁷³ em que a história da ciência foi descrita como sendo a história do progresso. “A Era das Luzes encarou a história como um instrumento de progresso no combate contra a antiga ordem feudal”, aponta Kragh (2001, p. 5).

É no âmbito da Era das Luzes, segundo Christie (2005), que foi produzida a história “canônica” da Revolução Científica, cuja influência ainda persiste nos dias de hoje. Escrita por D’Alembert (1717-1783), a história da Revolução Científica foi publicada na *Enciclopédia* de Diderot e narra desde o julgamento de Galileu pela Inquisição, passando por Bacon, Descartes, Kepler e Huygens até Newton e Locke, retratando uma sequência em que tais protagonistas adquirem uma posição heroica para os fatos. Christie identifica algumas características no relato, apontando que essas tendem a ser evidenciadas em outros relatos ocidentais. Para o autor, a imagem da Revolução Científica construída por D’Alembert é caracterizada por se situar dentro de um período histórico delimitado, o século XVII, tomando para si os eventos bem-sucedidos, conectados entre si formando assim parte de uma narrativa coerente. A imagem proposta por D’Alembert evidencia em sua narrativa um contraste com os eventos que o antecederam, simbolizando um nítido progresso. O relato mostra que os eventos desse período são retratados com uma natureza fundamentalmente revolucionária, em que as descobertas científicas foram feitas por meio de “gênios”, personagens centrais da narrativa. Por fim, os relatos incluem avanços tanto para a filosofia, quanto para a ciência e desfrutam de autoridade intelectual.

Christie aponta em sua análise que atualmente muitas das características acima podem parecer irrelevantes como explicações da Revolução Científica. Isso demonstra, segundo o autor, em que medida a Revolução Científica é uma invenção do Iluminismo: “os elementos que [D’Alembert] selecionou e lhes deu uma expressão narrativa coerente agora parecem tão naturais para a nossa compreensão da origem da ciência moderna que achamos muito difícil imaginar qualquer explicação que

⁷³ É importante salientar que nos séculos XVII e XVIII a palavra “histórico” era empregada num sentido diferente do utilizado atualmente. Kragh (2001, p. 5) aponta a respeito que “um ‘fenômeno histórico’ significava frequentemente um fenômeno factual, concreto e uma ‘história’ meramente um relato das condições factuais, sem que fosse necessário que estas pertencessem ao passado”.

funcione sem esses elementos” (CHRISTIE, 2005, p. 47, tradução nossa). Embora seja baseada numa historiografia ultrapassada, a visão iluminista sobre o surgimento da ciência moderna ainda é muito presente no imaginário de cientistas e professores na atualidade.

Outra obra importante produzida no contexto do Iluminismo britânico é *História da Astronomia*, de Adam Smith (1723-1790). Contemporâneo de D’Alembert, Smith esboça nessa obra, de acordo com Christie (2005), um entrelaçamento complexo da história da ciência com questões relacionadas à Natureza da Ciência, vista como progressiva e de desenvolvimento. Com isso, “Smith criou um papel específico para a história da ciência em relação às tentativas filosóficas mais amplas de compreender quais os princípios gerais subjacentes ao curso do desenvolvimento científico e estruturá-lo, se houver” (CHRISTIE, 2005, p. 48, tradução nossa). Essa obra de Adam Smith revelou-se de grande importância para a História da Ciência, pois estabelece um forte vínculo entre a História e a Filosofia da Ciência. Christie (2005) destaca que esse trabalho exerceu grande impacto na historiografia dos dois séculos seguintes, sobretudo na obra de William Whewell e de Thomas Kuhn.

Kragh (2001) aponta alguns elementos comuns presentes na historiografia da ciência do Iluminismo. Esses elementos refletem a mentalidade de grande parte dos intelectuais do referido movimento:

A história da ciência no Século das Luzes foi marcada por um otimismo científico e social ingênuo que não estava numa posição de reconhecer a ciência como um fenômeno histórico propriamente dito. Os pontos fortes da história da ciência dessa época assentam primordialmente em pormenores cronológicos e exposições sumárias, e não numa reflexão histórica. O emergir da ciência moderna devia-se à sede inata de conhecimento própria da raça europeia, qualidade que só podia encontrar expressão científica se ligada à revolta contra aquela que assumia ser a autoridade repressiva da Igreja. Uma vez surgida, a ciência não podia mais ser travada e atingiria rapidamente a perfeição. Muitos filósofos do Iluminismo – incluindo nomes tão notáveis como Diderot, Turgot e Condorcet – pensavam que esse estado de perfeição fora já alcançado na física e na astronomia e que faltava apenas preencher os pormenores (KRAGH, 2001, p. 6).

Em suma, a historiografia da ciência moderna emergiu no século XVIII com o Iluminismo, ainda que desprovida de características realmente históricas. Tal como Christie (2005) denominou, a historiografia da ciência seria “filha” da Era das Luzes. A ciência moderna encontrou na historiografia um instrumento indispensável para sua legitimação e justificação, uma forma de descrevê-la como um empreendimento

exitoso, uma importante ferramenta ao seu dispor. Destaca-se também, no contexto da Ilustração, o movimento de aproximação da História da Ciência com a Filosofia, cuja intenção visava ampliar a compreensão do método científico e, com isso, alargar o horizonte da nova ciência.

É a partir do Iluminismo que algumas características passaram a ser evidenciadas na historiografia da ciência: o presentismo (o passado analisado com os olhos do presente), ideia de desenvolvimento progressivo e linear do conhecimento científico, ciência como progresso humano e social, ciência como empreendimento de gênios, ênfase na ciência europeia ocidental e o desprezo pelo arcabouço cultural anterior à Modernidade, em especial o da Idade Média. Tais características denotam que a produção historiográfica iluminista carece ainda de uma verdadeira perspectiva historiográfica.

O século XIX foi marcado por uma série de eventos que tiveram impacto para a História da Ciência. Em primeiro lugar, a transição entre os séculos XVIII e XIX foi marcada por mudanças tão radicais e tão claras, conforme apontam Reale e Antiseri (1991). No campo sociopolítico, uma nova ordem reengendrou o continente europeu. No plano cultural, ao final do século XVIII emergiu um movimento de reação ao Iluminismo conhecido como Romantismo⁷⁴. Esse movimento envolveu não somente a poesia e a filosofia, mas também as artes e sua influência se estendeu pela primeira metade do século XIX. O idealismo alemão sofreu forte influência desse movimento.

Segundo Kragh (2001), a corrente romântica que difundiu a filosofia natural no norte da Europa, exerceu alguma influência na historiografia da ciência. Para o autor, o Romantismo implicava um sentido mais forte de História do que o vigente nos séculos XVIII e XIX. Kragh destaca que os românticos encaravam a História numa perspectiva diacrônica⁷⁵, relativista, na qual o passado deveria ser considerado em

⁷⁴ Segundo Reale e Antiseri (1991, p. 18), “definir o romantismo é tarefa deveras difícil, havendo até quem diga ser ela impossível. Alguém chegou a calcular terem sido dadas mais de cento e cinquenta definições diferentes desse fenômeno”. Neste trabalho pretende-se apenas situá-lo no contexto do início do século XIX e mostrar, ainda que de forma breve, o impacto que esse movimento produziu para a historiografia.

⁷⁵ Neste trabalho será considerado por **visão anacrônica** toda e qualquer tentativa de compreender a ciência do passado a partir do conhecimento que temos atualmente. Em geral, esse modo de compreender a História da Ciência incorre em incompreensões. Por **visão diacrônica**, por outro lado, pode-se considerar o estudo da ciência do passado à luz do contexto que existiu de fato, sem levar em consideração elementos posteriores. Kragh (2001) indica em seu estudo da história da ciência anacrônica e diacrônica que nem toda produção histórica anacrônica é depreciativa, sendo em alguns casos necessária (sobretudo em sua dimensão pedagógica e de divulgação). Para o autor (2001, p. 116) “a história da ciência não é uma relação a dois entre o historiador e o passado, mas uma relação a três entre o passado, o historiador e o público de hoje”.

função de suas premissas (perspectiva em contraste com a adotada na Era das Luzes). Observa Kragh que o trabalho de Ørsted (1777-1851) sobre a filosofia natural medieval representa um exemplo dessa influência, porém o Romantismo por si só não foi capaz de avançar no desenvolvimento teórico da historiografia e, conseqüentemente, da historiografia da ciência e sua influência se fez de forma pontual em relação à ordem iluminista.

Durante o século XIX, ocorreram avanços significativos na ciência moderna que se traduziram em novos campos de investigação como a Química, a Medicina e a Biologia. Nele se deu a profissionalização e organização da vida científica, tal qual conhecemos em grande parte atualmente, sobretudo na figura do cientista. A profissionalização da ciência acarretou maior interesse pela sua história, sobretudo em relação ao gênero historiográfico das biografias científicas. Nesse sentido, Alfonso-Goldfarb observa em relação aos cientistas que

[...] serão eles os mais autorizados, serão eles os mais preparados para falar de sua própria área. Surge então uma espécie de cientista-filósofo ou cientista-historiador (na maioria das vezes sem saber muito de filosofia e absolutamente nada de história) que decide mostrar o glorioso caminho da ciência e/ou dar o exemplo edificante desta a novas gerações (ALFONSO-GOLFARB, 1994, p. 64).

Em relação ao século XIX, Kragh (2001) observa que os avanços da ciência aliados à mentalidade positivista redundaram numa forma anti-histórica da História da Ciência. Segundo ele (2001, p. 8), “ao encarar como inequívocos e universais os métodos da ciência, a perspectiva histórica restringiu-se, concentrando o seu interesse na ciência contemporânea e nos seus predecessores imediatos”. Essa tendência é evidenciada pela “introdução histórica”⁷⁶ presente em vários trabalhos do século XIX, dentre os quais, a *Origem das Espécies*, de Charles Darwin (1809-1882). Do ponto de vista historiográfico, Kragh (2001) aponta que tais trabalhos revelam mais sobre o autor do que propriamente da história do assunto em questão.

Merece destaque no contexto do século XIX a influência exercida pelo positivismo. Conforme aponta Abbagnano (2007), o termo “positivismo” foi adotado por Augusto Comte (1798-1857) para a sua filosofia e passou a designar uma grande corrente de pensamento, que, na segunda metade do século XIX, manifestou-se de

⁷⁶ Segundo Kragh (2001) era prática corriqueira entre os cientistas nos séculos XVIII e XIX inserirem em seus trabalhos uma “introdução histórica”.

diferentes formas em todo o mundo ocidental. Reale e Antiseri (1991) apontam que o contexto em que essa doutrina foi gestada foi marcado pela crescente confiança em relação à ciência, sobretudo pelas transformações econômicas e sociais promovidas pela industrialização.

Em poucas palavras, a revolução industrial mudou radicalmente o modo de vida na Europa. E os entusiasmos se cristalizaram em torno da ideia de *progresso humano e social* irrefreável, já que, de agora em diante, possuíam-se os instrumentos para a solução de *todos* os problemas. Para o pensamento da época, esses instrumentos eram sobretudo a ciência e suas aplicações na indústria, bem como o livre intercâmbio e a educação (REALE; ANTISERI, 1991, p. 295, grifo dos autores).

Assim, o positivismo emergiu⁷⁷ nesse contexto de confiança em torno da ciência. Sua característica central seria o primado da ciência na construção do conhecimento: não há conhecimento além do que obtido pelo método das Ciências Naturais. O positivismo engloba assim a família de doutrinas nas quais se exige que somente fatos “positivos” (experiências) sejam levados em conta na produção do conhecimento científico. Para esse movimento, todos os problemas humanos e sociais são possíveis de serem resolvidos pela ciência, cujo método é um só (método das Ciências Naturais). Como consequência disso, o positivismo nega qualquer espaço para a metafísica. Em síntese, esse movimento pode ser caracterizado por idolatrar a ciência, estabelecendo sua devoção como guia único da vida individual e social do ser humano, único conhecimento, única moral, única religião possível.

Comte se situa como representante do positivismo francês. É de sua autoria a visão do progresso do conhecimento humano expressa na lei dos três estágios. Ao estabelecer um paralelo com a inteligência humana, Comte apresenta o progresso do espírito através da passagem por três etapas: do estágio teológico (fictício), passando pelo metafísico (abstrato) até chegar no estágio positivo (científico). No último em particular, ao se reconhecer a impossibilidade de se obter conhecimentos absolutos, se descarta questões em torno de causas e finalidades e se volta apenas à descoberta

⁷⁷ Reale e Antiseri (1991) apontam que o positivismo teve representantes significativos na França, Inglaterra, Alemanha e Itália, situando-se em tradições culturais diferentes. De acordo com esses autores, na Alemanha assumiu a forma de cientificismo e monismo matemático; na França inseriu-se no racionalismo, que vai de Descartes ao Iluminismo; na Inglaterra se inseriu na tradição empirista e utilitarista, entrelaçando-se em seguida com a teoria darwiniana da evolução; por fim, na Itália, aprofundou suas raízes no naturalismo renascentista.

de leis efetivas, a partir da combinação de raciocínio e observação. Segundo Comte, a ciência do século XIX estaria no estágio positivo.

Segundo Kragh (2001), em sua fase inicial o positivismo utilizou ativamente⁷⁸ a história da ciência em sua argumentação. Entretanto, o autor salienta que, no caso específico de Comte, sua obra pouco contribuiu para o campo, apesar de defender uma abordagem histórica da ciência e ter esboçado algo a respeito. Para Kragh, as contribuições de Comte foram superficiais e de valor duvidoso, ao passo que o interesse manifestado pela História da Ciência se deu na medida em que essa pudesse ser relacionada a um sistema filosófico geral. As fontes e os dados históricos desempenhavam um papel menor para o filósofo francês.

No contexto do século XIX é importante destacar que, aos poucos, a História tomou a sua forma moderna, ainda que esse fato não tenha se refletido de imediato na História da Ciência. Christie (2005) destaca que o conceito de **historicismo** teve um impacto significativo para a nascente historiografia moderna, pois introduziu a ideia de que o entendimento que possuímos dos fenômenos de modo geral se dá em função de processos de desenvolvimentos que ocorrem ao longo do tempo (ao invés de princípios estáticos, eternos e abstratos). Embora defensores de concepções distintas, Hegel (1770-1831) e Marx (1818-1883) são dois pensadores fundamentais nesse movimento, para os quais a existência humana é entendida como produto da mudança histórica. De acordo com Christie (2005), essencialmente a distinção na concepção entre ambos reside no fato de que,

Para Hegel, o desenvolvimento era essencialmente de natureza mental, o crescimento da mente humana e a sociedade humana até uma autoconsciência completa e racional, postura conhecida como 'idealismo'. Para Marx, pelo contrário, a forma básica do desenvolvimento histórico era a produção material, econômica (CHRISTIE, 2005, p. 52, tradução nossa).

Conforme aponta Kragh (2001), embora existam rudimentos de uma história materialista da ciência nas obras de Marx e Engels, esses não foram desenvolvidos no século XIX, pois os historiadores, de um modo geral, ignoravam as relações entre o desenvolvimento científico e os desenvolvimentos político e econômico. O autor (2001, p. 11) salienta que “a nova historiografia científica destinava-se,

⁷⁸ É importante salientar que no século XX o neopositivismo desenvolveu uma visão anti-histórica da ciência.

admitidamente, às profissões históricas da época – sobretudo história política e diplomática – e não à ciência, que não era encarada como uma disciplina histórica”.

Ainda que a moderna historiografia surgida no século XIX não tenha sido absorvida pela incipiente História da Ciência de então, pois esta cumpria mais com funções ideológicas, se preocupando em grande medida com questões de natureza filosófica e de divulgação científica, é de se apontar a relevância da obra de William Whewell (1794-1866). Kragh (2001) e Christie (2005) destacam a importância desse filósofo e historiador da ciência britânico, considerado como o primeiro historiador moderno da ciência. Whewell publicou em 1857 a obra *História das ciências indutivas*, caracterizada como um extenso trabalho de investigação da evolução histórica da ciência desde a Antiguidade Clássica ao período moderno, em grande parte seguindo a concepção iluminista. Segundo Christie (2005, p. 53), nessa obra “a história tinha de funcionar como um pano de fundo essencial e como base para uma análise dos princípios do raciocínio científico-progressivo”.

Kragh (2001) observa que a obra de Whewell buscou desenvolver uma compreensão filosófica das ciências, ao invés de compreendê-las no seu contexto histórico. Para esse autor, Whewell visava, por meio da aproximação da história, extrair uma metodologia científica exata. Christie (2005), por fim, argumenta que a exposição histórica feita por Whewell se aproxima do historicismo uma vez que os elementos abordados acerca do desenvolvimento científico do passado na obra, embora carregados por imagens conservadoras, incorporam o “verdadeiro e valioso” de seu passado, isto é, produzidos por sua história. Kragh (2001, p. 10) observa que a noção de história da ciência defendida por Whewell “é representativa da história orientada filosoficamente que foi adotada e desenvolvida mais tarde, principalmente por estudiosos que se inspiraram no positivismo”.

Tal como Whewell, Ernst Mach (1838-1916) também se notabilizou por integrar a história da ciência em sua obra, visando a compreensão do método científico. Físico e historiador da ciência, Mach se destacou pelo seu trabalho tanto no âmbito da Física quanto em História da Ciência (uma de suas obras principais versa sobre história da mecânica). Autêntico positivista, nutria um desprezo pela metafísica, a qual considerava um obstáculo à ciência e ao progresso. Para ele, a busca pela realidade última das coisas era algo que deveria ser banida da atividade científica.

Videira (2014, p. 14) aponta que “Mach sempre desejou reaproximar ciência e filosofia, realizando isso por meio da determinação de que à segunda caberia

compreender com o as ideias da ciência surgiram e se desenvolveram”. Kragh (2001) aponta que em Mach é possível notar num todo a integração da ciência, filosofia e história de forma mais evidente. Para Mach, o método histórico era apropriado para alargar a compreensão do método científico, pois através da história é possível perceber como o conhecimento convergia para a atualidade em sua forma mais aprimorada. Em suma, para ele a história exerceria papel fundamental nas reflexões epistemológicas.

À medida que a segunda metade do século XIX avançou, a História da Ciência despertou maior interesse e, aos poucos, as atividades dispersas passaram a ser organizadas. Novos trabalhos foram desenvolvidos nesse período, dentre os quais é possível citar os do físico e historiador da ciência Pierre Duhem (1861-1916).

Segundo Kragh (2001), esse cientista e historiador católico interessou-se pelo desenvolvimento das ciências na Idade Média e buscou argumentar que a própria Revolução Científica foi um desenvolvimento natural de teorias e métodos desenvolvidos por pensadores medievais. O autor aponta que Duhem defendia o respeito pela tradição como condição importante para o progresso científico, compreendendo as revoluções intelectuais como processos lentos, longamente preparados. Nesse sentido, o trabalho de Duhem valoriza o papel da Idade Média na Revolução Científica, sendo que suas teorias a respeito não foram questionadas em seu tempo.

Através desse panorama é possível compreender as características essenciais da historiografia da ciência produzida antes da profissionalização do campo. Ressalta-se que essa produção foi desenvolvida predominantemente por filósofos e cientistas, para atender finalidades distintas que variaram ao longo do tempo. Seja para justificar a ciência ou para compreender melhor questões relativas à sua natureza, a historiografia produzida careceu de elementos realmente históricos, na acepção da historiografia científica do século XIX. Tal tendência mudou ao longo do século XX, à medida que a História da Ciência se transformou numa disciplina cada vez mais profissionalizada e cujas atividades passaram a ser desenvolvidas no âmbito de uma ocupação acadêmica especializada, exercida em universidades e instituições de ensino superior. Entender esse processo é o objetivo da seção a seguir.

4.3.2 A historiografia da Ciência a partir do século XX

O processo de institucionalização da História da Ciência começou ao final do século XIX. Esse processo foi marcado pela renovação nas atividades do campo e foi influenciado pelas então recentes descobertas nos campos da arqueologia, antropologia e filologia, as quais permitiram o alargamento dos horizontes da História da Ciência⁷⁹. Outro ponto que contribuiu foi o reconhecimento do valor pedagógico da História da Ciência.

Ao longo do século XX, a História da Ciência se institucionalizou, passando a ser um campo de conhecimento reconhecido. As discussões travadas ao longo das décadas contribuíram sistematicamente para o seu estabelecimento como um campo interdisciplinar, cujo interesse comum é a dimensão histórica da ciência. A própria concepção de **dimensão histórica da ciência** foi sendo moldada ao longo desse século, conforme aponta Condé:

[...] construímos ao longo do século XX a ideia de que a história de um saber altera os resultados finais desse saber. Mais do que ter história, a ciência tem uma historicidade. A ciência necessariamente se constitui em um processo histórico não apenas no sentido cronológico, isto é, que se dá no tempo, mas também no sentido de que a própria história de um conhecimento torna-se elemento constitutivo desse conhecimento e, assim, interfere no seu resultado final. Não há conhecimento sem história e sua história interfere nos seus resultados: o que chamo aqui de historicidade da ciência. [...] Estamos necessariamente inseridos em nosso quadro histórico, cultural, sociológico e político, e todo nosso conhecimento se processa dentro desse quadro (CONDÉ, 2017, p. 21).

Condé (2017) aponta que a **historicidade do conhecimento científico** é fruto não apenas do desenvolvimento da ciência, mas também do trabalho de diferentes profissionais que se dedicaram ao estudo dos seus desenvolvimentos e impactos. A própria epistemologia ao longo do século XX sofreu alterações: ela se tornou histórica, passando a criticar as epistemologias fundacionistas da modernidade (racionalismo e empirismo).

Ao longo de sua existência enquanto disciplina acadêmica, a História da Ciência passou por profundas transformações, sobretudo motivadas pela superação da concepção positivista, que nega em sua essência a presença de elementos sociais

⁷⁹ Martins (2001) aponta que o amadurecimento da História da Ciência enquanto campo de pesquisa se deu de forma independente da historiografia social e política, embora existam interesses comuns entre elas.

no desenvolvimento do núcleo da ciência, para a crescente presença das abordagens sociológicas da ciência, as quais em sua forma mais extrema condicionam o conhecimento científico em função de fatores sociais apenas.

Segundo Debus (2004, p. 31), no início do século XX “existia uma percepção consciente, entre um pequeno número de pesquisadores, de que a história médica e científica não era apenas interessante, mas essencial para a compreensão da história como um todo”. Nesse contexto iniciou-se a organização das atividades dispersas relacionadas à disciplina, bem como o estabelecimento das sociedades nacionais para o estudo da temática. Em 1900 foi realizada na França a primeira conferência de História da Ciência, organizada por Paul Tannery (1843-1904).

Tannery é certamente um expoente no processo de institucionalização da História da Ciência. De acordo com Kragh (2001), “tal como Comte, Tannery encara a história da ciência como parte integrante da história geral da Humanidade e não meramente como uma série de disciplinas pertencentes às ciências especializadas”. A sua morte prematura abriu caminho para que Georges Sarton (1884-1956), no início do século XX, levasse adiante o processo de institucionalização.

Convicto positivista, Sarton estabeleceu a História da Ciência na Universidade de Harvard e fundou a revista *Isis* em 1912, principal periódico da disciplina desde então. Debus (1991) aponta ainda que Sarton foi o maior responsável pela organização da Sociedade de História da Ciência Internacional. Kragh (2001) destaca as influências de Comte e Tannery no pensamento de Sarton, o qual, ao pretender institucionalizar a História da Ciência, tinha por objetivo embutir uma visão em que a unidade sintética e a crença no progresso fossem as linhas mestras. A influência do positivismo é muito intensa no trabalho de Sarton e marcou fortemente a fase inicial da História da Ciência enquanto campo institucionalizado.

Para Kragh (2001), em linhas gerais o programa de Sarton é caracterizado por quatro pontos. Em primeiro lugar, o conhecimento histórico da ciência não tem valor em si mesmo e se justifica apenas pela relevância para a ciência do presente. Em segundo lugar, a ciência é um conhecimento positivo sistematizado, cumulativo e progressivo. Em terceiro lugar, para Sarton, as condições socioeconômicas não interferem na vida da ciência, isto é, na produção do conhecimento científico e na evolução da ciência. Por fim, quando analisada numa perspectiva histórica, a ciência é um bem absoluto.

Por esse viés positivista, atualmente a produção historiográfica de Sarton é considerada ultrapassada e suas concepções epistemológicas são vistas como ingênuas. A sua efetiva contribuição para o campo foi o seu esforço no sentido de trabalhar arduamente para a institucionalização da História da Ciência, cuja consequência foi o reconhecimento da profissão acadêmica de historiador da ciência. Martins (2001) destaca o mérito da contribuição de Sarton ao amadurecimento do campo por ter elaborado o primeiro manual sobre metodologia da História da Ciência, pelos levantamentos bibliográficos realizados e por seus estudos.

A historiografia do início do século XX era essencialmente eurocêntrica. Sobre esse fato, Martins (2000) aponta que havia pouco interesse ou curiosidade sobre a ciência desenvolvida em outras partes do planeta. O autor destaca que a produção desse período era marcada por uma postura *Whig*⁸⁰, em que o passado era julgado a partir do que é aceitável no presente. Em linhas gerais, para Martins,

A história da ciência era descrita como uma evolução conceitual totalmente independente do contexto histórico mais amplo, não se estabelecendo nenhuma correlação entre as transformações científicas e as mudanças religiosas, culturais, econômicas, políticas, sociais, etc. Não havia nenhuma preocupação com aspectos sociais da ciência, pois os próprios pensadores sociais acreditavam que a sociologia não se aplicava às ciências naturais, que seriam de natureza puramente empírica e racional (MARTINS, 2000, p. 40-41).

Atualmente a História da Ciência é um campo totalmente diferente em relação ao início do século XX. Esse campo experimentou um desenvolvimento lento na primeira metade do século e o processo de institucionalização, em grande medida, avançou a partir da década de 1950, com o surgimento de diversos periódicos especializados em História da Ciência, bem como com a proliferação do número das sociedades nacionais dedicadas ao campo. Nesse período sobressaem-se duas concepções de História da Ciência: a internalista e a externalista.

4.3.2.1 O internalismo e a obra de Koyré

A perspectiva dominante em História da Ciência nas primeiras décadas do século XX tinha forte influência positivista e percebia a ciência de forma estática, cujo

⁸⁰ Kragh (2001) alerta que a história *Whig* pode ser nociva para a História da Ciência e resultar numa história condenável, pois analisa o passado à luz dos valores, códigos e regras adotados no presente. Afirmar que Newton, por exemplo, expressou seu princípio através da conhecida expressão $F=ma$ ou dizer que Galileu foi precursor de Newton seria, em certa medida, fazer história *Whig*.

processo de desenvolvimento era contínuo, cumulativo e linear, cabendo ao historiador desvelar o caminho trilhado pelo conhecimento. A origem da ciência moderna foi o tema mais explorado desde então. Em geral, a produção historiográfica nesse período foi marcada pela influência de historiadores como Mach, Duhem e Sarton.

Na perspectiva historiográfica desse período, o desenvolvimento da ciência se dava de forma contínua e cumulativa, isto é, o conhecimento atual era visto como consequência de um processo de desenvolvimento que poderia ter sido atrasado por eventuais contingências históricas. Alfonso-Goldfarb et al. (2004) apontam que o modelo continuísta obrigava a ciência a olhar para a sua história. Esses autores exemplificam utilizando-se do pensamento de Sarton, segundo o qual, para se entender um homem na maturidade, é necessário reconhecer que tal etapa só foi possível após anos de infância e adolescência. A Grécia antiga seria a primeira infância da ciência, ao passo que a Idade Média e o Renascimento seriam a fase juvenil.

Os primeiros trabalhos nesse período inauguraram uma perspectiva em História da Ciência conhecida por **internalismo**. Segundo essa corrente, o desenvolvimento da ciência se deu de forma própria, autônoma, sem estar relacionado diretamente ao contexto social, político e econômico em que se gerou. Essa postura evidencia a forte presença do positivismo na História da Ciência do início do século passado e, em certa medida, já se encontrava presente em trabalhos anteriores ao século XX. O internalismo reconhece em certa medida a presença de condicionantes sociais, entretanto nega que esses tenham caráter decisivo sobre a evolução do *corpus* da ciência. De acordo com Beltran et al. (2014, p. 37), essa vertente “pressupõe que a ciência seja autônoma e tenha uma dinâmica própria, independente da sociedade que a gerou”. Para o internalismo, a História da Ciência depende exclusivamente dos elementos propriamente científicos.

O internalismo teve vários representantes ao longo das primeiras décadas do século XX. Destaca-se Alexandre Koyré (1892-1964), filósofo e historiador da ciência francês de nacionalidade russa, cujos trabalhos em História da Ciência foram centrados em torno da Revolução Científica e que representam uma alternativa consistente à historiografia de fundo positivista. Segundo Condé (2017), embora esse pensador não tenha se considerado um internalista, sua obra nos permite considerá-lo o principal ícone dessa corrente. A respeito, Condé menciona que

[...] ao se opor às teses de caráter social sobre o surgimento da ciência moderna que afirmavam o importante papel das práticas sociais e das 'técnicas' enquanto principal impulso e símbolo de toda uma transformação histórica, social e epistemológica no coração da ciência moderna, Koyré passou a ser concebido como o principal ícone do internalismo (CONDÉ, 2017, p. 35).

Koyré analisa em sua obra a relação de concepções filosóficas na evolução das teorias científicas a partir do estudo da Revolução Científica. Para o filósofo (2011b), a análise da história do pensamento científico mostra que esse nunca foi inteiramente separado do pensamento filosófico. As revoluções ocorridas na ciência foram sempre determinadas por mudanças de concepções filosóficas que, por sua vez, exercem forte influência no pensamento científico. Koyré caracteriza o nascimento da ciência moderna – a Revolução Científica do século XVII – como um evento complexo, que tem como características centrais a substituição da concepção de mundo finito e ordenado de Aristóteles e da Idade Média por um mundo infinito, bem como a substituição do espaço concreto de Aristóteles pelo espaço abstrato da geometria euclidiana. Para Koyré (2011b, p. 270), “o nascimento da ciência moderna é concomitante a uma transformação – mutação – da atitude filosófica, a uma inversão do valor atribuído ao conhecimento intelectual em relação à experiência sensível do caráter positivo da noção de infinito”.

Condé (2017) faz uma profunda análise da obra de Koyré e destaca que o internalismo desse pensador consiste numa defesa filosófica do realismo matemático, de cunho platônico e cartesiano. A ciência seria essencialmente *theoria*, que se fundamenta no realismo matemático, em bases metafísicas. Tal característica vale tanto para a ciência do século XVII quanto para a ciência desenvolvida pelos gregos. A *theoria* exerce supremacia sobre a *práxis*, isto é, o conhecimento empírico para Koyré é secundário, pois não exerce papel determinante nos rumos da ciência, uma vez que esta depende das ideias, do primado da teoria que se orienta pelo realismo matemático.

Koyré se opõe ao positivismo em sua concepção internalista ao defender o primado do realismo matemático (e, conseqüentemente, da metafísica) na compreensão histórica da ciência. Em relação às teses sociais na historiografia de Koyré, Condé (2017) aponta que essas são condições necessárias, mas não suficientes para a construção da ciência moderna. O Galileu descrito por Koyré em

sua obra está mais vinculado à filosofia de Platão do que imerso em seu tempo, preocupado em resolver problemas de balística para fins militares.

4.3.2.2 A corrente externalista na História da Ciência

Até o início da década de 1930, a perspectiva historiográfica dominante em História da Ciência privilegiava os aspectos internos da ciência. O internalismo expressava até então a visão de cientistas, filósofos e dos primeiros historiadores profissionais da ciência, ao passo que historiadores gerais nutriam pouco ou nenhum interesse pela História da Ciência nesse contexto.

Entretanto, tentativas de inserir a ciência num contexto social mais amplo foram realizadas, ainda que pontualmente. Acerca disso, Kuhn (2011) destaca o estudo das instituições científicas⁸¹ no século XVII como sendo a forma mais antiga dessa tendência. Nesse contexto foram realizados estudos do impacto da ciência sobre vários aspectos do pensamento ocidental.

Efetivamente, na década de 1930 surgiram novas orientações historiográficas no âmbito da moderna historiografia da ciência. Com viés marxista, essas orientações enfatizam as condições materiais de produção da ciência. Nesse sentido, o II Congresso Internacional de História da Ciência, realizado em Londres em 1931, foi o palco em que a comitiva soviética liderada por Boris Hessen (1893-1936) apresentou os fundamentos daquilo que viria a ser conhecido como a perspectiva **externalista** em História da Ciência ou externalismo.

A corrente externalista da História da Ciência corresponde à história social, socioeconômica ou sociopolítica da ciência, englobando todos os condicionantes e circunstâncias que estão presentes no entorno da atividade científica, dentre os quais os aspectos políticos, religiosos, econômicos, ideológicos, etc. É um modelo historiográfico que privilegia os condicionantes externos em torno do desenvolvimento da atividade científica, a qual por sua vez depende fortemente desses. Beltran et al. (2014, p. 37) apontam que a perspectiva “analisa a ciência como uma atividade humana que, para ser compreendida, precisa ser estudada no conjunto social, político e econômico da época”. Nessa perspectiva, podem ser citados os trabalhos de Boris

⁸¹ Kuhn (2011) destaca o trabalho do bispo Thomas Sprat (1635-1713), o qual preparou a primeira história da *Royal Society* antes mesmo dela ter o reconhecimento formal.

Hessen, John Bernal e Edgar Zilsel, para os quais o desenvolvimento da ciência se deu numa perspectiva social e histórica.

O contexto inicial do externalismo é a Inglaterra do início da década de 1930. É lá que surgiram indícios, de acordo com Martins (2001, p. 23), “de uma nova atitude sobre a relação entre história da ciência e história – mais particularmente, com a história econômica e com a interpretação marxista da história”.

O trabalho de Hessen é considerado um marco por apresentar uma leitura da Revolução Científica, em particular do trabalho de Newton, a partir do materialismo histórico dialético. Esse autor apresentou no II Congresso Internacional de História da Ciência o trabalho *As raízes socioeconômicas dos Principia de Newton*, visto como um exemplo de articulação do marxismo com o desenvolvimento da ciência. Entretanto, por se preocupar mais em realizar um estudo histórico sob a orientação do arcabouço conceitual de Marx e Engels, tal trabalho dá pouca ênfase para a temática científica em questão (os *Principia*). Martins é contundente em sua crítica a essa obra quando afirma:

Este trabalho, alardeado pelos marxistas como um exemplo a ser seguido, foi visto na época (e é visto atualmente) por quase todos os historiadores da ciência como apresentando uma caricatura da revolução científica (e, em particular, do trabalho de Newton) que não resiste a uma crítica acadêmica, sendo superficial e inaceitável (MARTINS, 2001, p. 24).

Apesar dos problemas que o trabalho de Hessen apresenta, em certa medida ele representa um marco para a História da Ciência, pois sacudiu a historiografia vigente até então, de cunho internalista, e também por fomentar novos estudos, sobretudo entre aqueles que almejavam uma história social da ciência.

No âmbito do externalismo, outro autor de referência é John Desmond Bernal (1901-1971). Cientista e historiador da ciência britânico, Bernal se destacou tanto em trabalhos relacionados à Física e Biologia - sobretudo no campo da cristalografia dos raios X, os quais contribuíram para lançar as bases da biologia molecular - quanto em trabalhos relacionados à História da Ciência, dentre os quais é possível mencionar *A função social da ciência* (1939) e *Ciência na História* (1954). Segundo Beltran et al. (2014), Bernal abriu caminho para a história social da ciência.

Bernal foi fortemente influenciado pelo marxismo, do qual foi um intenso divulgador entre os ingleses. Young (2001) aponta que esse autor foi influenciado pela atuação da delegação soviética no II Congresso Internacional de História da Ciência

(1931). Sua visão em relação ao papel da ciência estava diretamente relacionada à ideia de planejamento e ao desenvolvimento do socialismo de então, sobretudo o modelo da União Soviética. A respeito disso, Young comenta que

As concepções de Bernal foram muito influentes tanto na Inglaterra quanto na URSS, e continuaram a sê-lo nesta última, mas ele próprio se viu confundido pela Guerra Fria e sobretudo pelo escândalo soviético do Lyssenkismo: teve dificuldades para conciliar sua fidelidade ao modelo soviético de progresso com o stalinismo e com a terrível destruição da pesquisa científica na União Soviética, da qual era praticada no seu próprio campo, a biologia (YOUNG, 2001, p. 31).

A obra de Bernal *Ciência na História* (1954) certamente se destaca pela sua pretensão e abrangência. Nela, o autor buscou articular os desenvolvimentos científicos de cada período com o respectivo contexto econômico, político e cultural. Sua análise engloba um período muito vasto - o autor parte das sociedades primitivas do Paleolítico, perpassando vários séculos até a primeira metade do século XX – e objetiva explicitar à luz do marxismo de que forma os condicionantes sociais influenciaram nas descobertas científicas.

A pretensão em produzir uma macro-história, isto é, em cobrir um vasto período de tempo, acabou comprometendo a qualidade dessa obra. Ao analisá-la, Martins (2001) aponta que o mesmo não possui uma boa qualidade acadêmica, apresentando problemas de natureza historiográfica. Esse autor aponta que,

Tanto as descrições históricas que Bernal apresenta sobre a própria ciência quanto sua história política e social são simplistas e tendenciosas e quase todos os historiadores da ciência consideram que ele fracassou em sua tentativa, tendo apenas justaposto uma versão fraca da história da ciência a uma versão questionável da história social, política e econômica da humanidade, sem conseguir mostrar as relações causais que pretendia exhibir (MARTINS, 2001, p. 24).

Baseado no entendimento do historiador britânico Roy Porter, Martins (2001) entende que os trabalhos de Hessen e de Bernal não passam de um marxismo vulgar, que acarretou no descrédito das tentativas de unir a história da ciência à história. Embora Bernal e os demais conterrâneos buscassem explicitar os condicionantes

sociais do desenvolvimento científico, eles o fizeram sob uma ótica cientificista, em que a historicidade da própria ciência⁸² é desconsiderada.

Outros trabalhos de perspectiva externalista foram desenvolvidos entre as décadas de 1930 e 1940. Diferentemente daqueles de tendência marxista, estes lograram maior êxito para o amadurecimento do campo da História da Ciência, à medida que fortaleceram os ideais do externalismo frente ao internalismo. Nessa perspectiva, Condé (2017) destaca o trabalho do historiador austríaco Edgar Zilsel (1891-1944).

Zilsel analisou a influência de fatores sociais condicionantes para o surgimento da ciência moderna. Diferentemente de Koyré, Zilsel considera que o surgimento da ciência moderna se deu em função da confluência de diversos fatores (sociais, econômicos e tecnológicos), que produziram um ambiente singular apropriado para tal. Condé aponta que, para Zilsel, entre os séculos XIV e XVII, “o ‘saber fazer’ do homem do povo, dos artesãos e alguns artesãos-engenheiros aliado ao ‘saber pensar’ dos filósofos ligados às universidades, bem como dos humanistas isolados, foi o fator mais forte para a constituição da ciência moderna” (CONDÉ, 2017, p. 47). Até o surgimento da ciência moderna, havia uma nítida separação entre ciência e técnica.

Segundo Condé (2017), para Zilsel a influência do “saber fazer” foi mais importante no contexto de surgimento da ciência moderna do que a reinserção de conhecimentos clássicos no contexto da cultura renascentista, sobretudo relacionados à matemática. A **tese de Zilsel** indica que a junção do saber dos homens da técnica com o saber dos homens da *episteme* foi responsável pelas profundas transformações na vida moderna. Diferentemente de Koyré, Zilsel entende que essas transformações não se deram apenas em função de teorias científicas (Copérnico, Kepler ou Galileu) mas, também, pelas crescentes inovações tecnológicas surgidas a partir do século XIV e consolidadas então. Zilsel se destaca em função de sua análise de macrofatores de natureza social e sua contribuição se dá, sobretudo, na demarcação de um espaço de atuação metodológica para a análise da ciência na afirmação de sua perspectiva social.

⁸² A título de exemplo pode ser citada a análise feita por Bernal [1954] (1976a, 1976b) sobre as técnicas desenvolvidas pelo ser humano no Paleolítico. Bernal sugere que, ao desenvolvê-las, o homem transformava a natureza de acordo com sua vontade. Para o autor, a origem da mecânica racional – as leis do movimento da matéria – se expressava no manejo dos instrumentos e artefatos construídos.

4.3.2.3 A querela externalismo *versus* internalismo

Ao longo da primeira metade do século XX, a História da Ciência foi considerada a partir de duas perspectivas: internalista e externalista. A primeira vê o desenvolvimento histórico da ciência apenas em função de sua estrutura interna, ignorando os condicionantes sociais, políticos e culturais em seu entorno. Em certa medida, grande parte dos historiadores internalistas são positivistas, ainda que o principal expoente desse movimento, Koyré, apresente em suas concepções traços que rejeitam o positivismo, como a valorização da metafísica e do racionalismo matemático em detrimento do conhecimento empírico. Pode-se afirmar que a vertente internalista esteve voltada mais para os processos internos da ciência, sendo assim, fortemente influenciada pela epistemologia.

As tentativas de se aproximar a História da Ciência da História começaram a ganhar força a partir dos anos 1930 com o trabalho de Hessen, considerado um marco para a corrente externalista. A tradição marxista inglesa, influenciada pela corrente soviética, bem como as produções desenvolvidas na década de 1930 e de 1940 por outros autores pertencentes a um grupo muito heterogêneo, como Zilsel, enfatiza os condicionantes sociais envolvidos na produção do conhecimento científico. Em particular, o historiador austríaco se destaca nessa corrente por realizar uma análise dos condicionantes sociais em torno do surgimento da ciência moderna. Com os externalistas instaurou-se no âmbito da moderna historiografia da ciência o debate conhecido como **querela externalismo *versus* internalismo** (querela E x I), que envolveu justamente a compreensão do papel do contexto social no desenvolvimento da ciência.

Ao eleger Koyré e Zilsel como representantes das vertentes internalista e externalista, respectivamente, Condé (2017) analisa a querela E x I e conclui que, efetivamente, o debate em seu auge não produziu uma solução epistemológica, pois não conseguiu instaurar a ideia de historicidade da ciência. Segundo o autor, a tese de Zilsel, que ressalta o valor dos artesãos e artesãos-engenheiros na formação da ciência moderna, não conseguiu responder de forma satisfatória ao internalismo de Koyré, sobretudo as críticas feitas pelo filósofo às abordagens sociológicas que defendiam o papel da técnica no surgimento da ciência moderna. Condé aponta que, para Koyré, se o interesse prático (o saber-fazer) fosse condição necessária e

suficiente para a emergência da ciência moderna, sobretudo em sua dimensão empírica, esta teria surgido cerca de mil antes com os romanos.

Condé (2017) aponta que a corrente externalista não assumiu a querela E x I de modo efetivo, estando mais preocupada em demonstrar de que modo essas práticas sociais e os usos das técnicas se desenvolveram, ao invés de realizar uma contribuição epistemológica. Nesse sentido, o autor defende então que o externalismo foi muito mais uma orientação metodológica de como evidenciar os condicionantes externos à ciência do que um posicionamento epistemológico propriamente dito.

Decorre da querela E x I que ambas as perspectivas são importantes na compreensão histórica da ciência. Beltran et al. (2014) consideram que a historiografia pautada apenas na análise interna de suas fontes é anacrônica, pois não permite que as condições peculiares de um dado período sejam avaliadas. Por sua vez, os autores entendem que a perspectiva externalista por si só não privilegia o debate entre diferentes teorias envolvidas no fazer ciência. Segundo Beltran et al., ambas as perspectivas devem ser consideradas e o debate sobre qual perspectiva seria melhor perde o sentido.

Debus (1991) considera que a querela E x I na História da Ciência e da Medicina foi uma perda de tempo para os envolvidos. O autor defende uma posição de complementaridade, na medida em que afirma que as duas correntes estão imbricadas e também porque ambas são necessárias. Para Debus (1991, p. 12), “precisamos aprender não só sobre os desenvolvimentos técnicos das ciências, mas também as inter-relações entre elas e todas as outras esferas da atividade intelectual”. A ideia da complementaridade das duas concepções tomou força, sobretudo, a partir da segunda metade do século XX.

É importante destacar que, para ser compreendida, a querela E x I precisa ser inserida num contexto mais amplo. As tensões envolvendo a epistemologia, a história e a sociologia dentro da História da Ciência tendem a refletir, em certa medida o contexto histórico-social de boa parte do século XX. Nesse sentido, Maia (2013a) entende que, para uma melhor compreensão da querela, se faz necessário situá-la

dentro do debate **cientificismo**⁸³ *versus* **historicismo**⁸⁴ que se deu na História da Ciência ao longo do século passado. O autor destaca que a historicidade é uma condição inseparável de toda e qualquer atividade humana, inclusive da ciência.

Diferentemente de outros autores, Maia (2013a) entende que o debate acerca dos condicionantes externos à ciência não se deu a partir da década de 1930, tampouco se restringiu à querela E x I. Ele reconhece em Karl Mannheim (1893-1947) um marco fundamental no debate *cientificismo versus* *historicismo* na década de 1920, na medida em que Mannheim produziu um enfoque histórico-sociológico inovador para a análise do conhecimento e também por ter criticado duramente o papel dos marxistas ingleses na década de 1930. Nesse sentido, Maia observa que

Os marxistas alimentam a dominação do *cientificismo* sobre a perspectiva histórica, apesar de originariamente o marxismo traçar a mais contundente defesa das condições histórico-sociais para o conhecimento e para a vida em sociedade. São suas contradições. Os marxistas reproduziram no interior de suas teorias o mesmo embate entre o *cientificismo* e o *historicismo*. A versão soviética dominante difunde na Europa, especialmente através do congresso de 1931 (de história da ciência, em Londres), um marxismo com forte acento *cientificista*. Gramsci – atento aos acontecimentos de época, ainda que confinado na prisão – é o mais duro crítico dessa apresentação em Londres, saindo em defesa do *materialismo histórico*. A perspectiva *historicista* de Gramsci é sufocada pela dura crítica do *materialismo dialético científicista*, que dominou a literatura de ‘esquerda’ até meados da década de 1960. Gramsci, tal como Fleck, é feito invisível e, ao lado de Mannheim, sai derrotado do confronto (MAIA, 2013a, p. 16).

Maia (2013a) aponta que, ao final da década de 1920, houve forte reação às ideias de Mannheim nos meios sociológicos germânicos, o que fez este pensador abandonar suas ideias. Entre os críticos de Mannheim se destacaram os membros do Círculo de Viena.

O Círculo de Viena – grupo de intelectuais que se reunia em torno de Moritz Schlick (1882-1936) na Universidade de Viena – consistiu no principal centro para a Filosofia da Ciência no período Entre Guerras, se ocupando da discussão sobre o método científico. Esse grupo desenvolveu atividades, seminários, publicações entre

⁸³ Abbagnano (2007) aponta que o *cientificismo* é a atitude que atribui importância preponderante à ciência frente as outras atividades humanas. Tem suas origens no positivismo e foi reavivado no século XX com o neopositivismo. É a tendência que preconiza a adoção do método científico, tal como é aplicado às Ciências Naturais, em todas as áreas do saber e da cultura.

⁸⁴ De acordo com Nielsen (2006), o *historicismo* designa a doutrina de que o conhecimento acerca das coisas humanas possui caráter irredutivelmente histórico, não havendo possibilidade de uma perspectiva a-histórica para a compreensão da natureza e da sociedade humana. É uma doutrina filosófica que tem suas origens nos pressupostos epistemológicos e metodológicos da historiografia crítica do século XIX, frente aos ideais *cientificistas* e *positivistas*.

as décadas de 1920 e 1930, interrompendo suas atividades com a ascensão do nazismo na Áustria. As diretrizes do Círculo de Viena deram origem ao neopositivismo (conhecido também por empirismo lógico ou positivismo lógico) e eram caracterizadas por três pontos-chaves, de acordo com Reale e Antiseri (1991): (i) a formação de uma ciência unificada, abrangendo todos os conhecimentos fornecidos; (ii) o meio para tal formação deveria consistir no uso do método lógico de análise elaborado por Peano, Frege, Whitehead e Russell; (iii) os resultados obtidos a partir da aplicação do método nas ciências empíricas deveriam eliminar a metafísica e contribuir para a clarificação das ciências empíricas e da matemática.

O neopositivismo foi influenciado pela primeira parte da obra de Ludwig Wittgenstein (1889-1951), em particular pelo *Tratado Lógico-Filosófico* (1922). A partir da empiria ou positividade dos fatos, o neopositivismo defende que o uso de uma linguagem lógica (rigorosa) conduziria o cientista num caminho seguro. Desse modo, o Círculo de Viena rechaçou qualquer enunciado metafísico, considerando-os desprovidos de sentido, uma vez que não são verificáveis empiricamente.

O Círculo de Viena se consolidou nos anos 1930 e seus pressupostos programáticos em relação ao método científico exerceram forte influência na historiografia da ciência. A distinção entre contexto de descoberta e contexto de justificação feita pelo filósofo Hans Reichenbach (1891-1953) separou o modo pelo qual o cientista chega à teoria do modo com que ele a apresenta ao público. Com isso, somente a epistemologia estaria autorizada a tratar do desenvolvimento do conteúdo da ciência. A história externa poderia complementar com informações adicionais, entretanto somente a história interna da ciência estaria autorizada a tratar do conteúdo da ciência. Maia (2013b) aponta que isso foi um duro golpe para Mannheim e aos externalistas. Segundo o autor:

Esse golpe reichenbachiano calou Mannheim, que abandonou a sociologia do conhecimento. Já os externalistas, por seu lado, sempre evitaram tratar das questões mais específicas do conteúdo do saber científico. Contentavam-se em apresentar os elementos sociais que forneciam o contexto exterior da produção científica, com a justificativa de estarem indicando os 'fatores' sociais da ciência. Assim, na prática historiográfica, Mannheim e os externalistas foram obedientes à dicotomia de Reichenbach. A ousadia que enfrentará Reichenbach somente ocorrerá em 1976, com o 'programa forte da sociologia do conhecimento', de David Bloor que irá considerar sociologicamente o 'interior' da ciência, o núcleo das teorias e seus conceitos (MAIA, 2013b, p. 47-48).

De acordo com Maia (2013a, 2013b), com a distinção entre contexto de descoberta e contexto de justificação teve início um hiato historiográfico, uma descontinuidade na discussão em História da Ciência. Esse hiato perdurou, segundo o autor, até a década de 1970 com o surgimento do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento.

Para Condé (2017), a querela E x I não foi capaz de solucionar epistemologicamente a questão relativa à compreensão do real papel dos aspectos sociais na formação da ciência moderna, pois não conseguiu trazer à tona a ideia de historicidade da ciência. O autor discorda de Maia em relação à existência de um hiato historiográfico, bem como do fato que a solução da querela possa ser creditada ao Programa Forte da Sociologia do Conhecimento. Segundo Condé (2017, p. 26), “foram exatamente os historiadores e os sociólogos que, de diferentes modos, estabeleceram as metodologias de análise social da ciência definindo a sua área de atuação e, em certa medida, ignoraram a questão epistemológica ali subjacente”.

É na contribuição de dois importantes estudiosos – Ludwik Fleck e Thomas Kuhn – que se encontra, segundo Condé (2017), a solução para a querela E x I: o conceito de historicidade da ciência. Nesse sentido, o autor defende que a querela foi importante na medida em que abriu novos horizontes para a compreensão do desenvolvimento da ciência (fatores sociais), abriu espaço para o aprofundamento epistemológico de tais práticas, permitindo assim as condições para a assimilação das ideias de Kuhn, segundo o qual existe um papel para a história na construção do conhecimento científico, afirmando-se assim a historicidade da ciência.

Na sequência, será analisado em que medida a historicidade da ciência começou a emergir na obra de Ludwik Fleck e de Thomas Kuhn.

4.3.2.4 Fleck e a concepção de gênese e desenvolvimento do fato científico

Ludwik Fleck (1896-1961) foi um médico polonês que se dedicou à microbiologia. Teve uma atuação profissional intensa, trabalhando em diversas universidades e laboratórios, publicando trabalhos em periódicos especializados. Filho de judeus poloneses, foi preso e enviado a campos de concentração durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Do seu trabalho como médico microbiologista desenvolveu interesse pela História e Filosofia da Ciência.

Sua obra principal *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* foi publicada em alemão em 1935. Entretanto, por ter sido publicada num contexto em que as ideias do Círculo de Viena estavam no auge, ela não teve aceitação àquele momento, sendo relegada ao esquecimento. Sabe-se que Kuhn teve acesso a ela nos Estados Unidos (Kuhn mencionou esse fato na introdução de sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*). Com o impacto da obra de Kuhn na década de 1960, surgiu o interesse pela obra de Fleck, que foi reinserida nas discussões com uma nova edição em inglês na década de 1970.

Condé (2017) considera o pensamento de Fleck como um **elo perdido**, pois segundo o autor a obra do pensador polonês não dialogou com a historiografia produzida entre 1930 e 1960. Apesar de Fleck ter acompanhado as discussões epistemológicas e metodológicas de seu tempo, sua obra não teve o alcance que deveria. Entretanto, a sua relevância é fundamental para a compreensão epistemológica dos processos de desenvolvimento da ciência, em suas relações com os diversos condicionantes. Segundo Condé:

Fleck foi o primeiro autor a postular, de modo efetivo, uma epistemologia que assume a história da ciência como um dos importantes elementos na determinação do desenvolvimento científico, isto é, Fleck afirmou a historicidade da ciência. Mais do que entender que há conexões entre a ciência e a sociedade que se estabelecem no tempo, isto é, mais que analisar o caráter histórico da produção de conhecimento científico, Fleck defendeu que o conhecimento é acima de tudo um ato social (CONDÉ, 2017, p. 27).

Em *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*, Fleck desenvolve sua compreensão histórica da ciência, em especial a gênese de um fato científico. O autor mostra que a ciência além de possuir uma dimensão histórica, possui uma dimensão sociológica. Para tal, ele se utiliza de um estudo de caso: a gênese da reação de Wassermann, quebrando uma tradição recorrente na historiografia da ciência do século XX, pois não utiliza a Revolução Científica como referencial para estudo.

Composta por quatro capítulos, a obra discute a origem do conceito atual de sífilis, as consequências desse estudo para a teoria do conhecimento, a descoberta da reação de Wassermann e, por fim, os aspectos epistemológicos decorrentes dessa descoberta. Em suma, a obra articula por meio de um estudo de caso aspectos epistemológicos que, conforme aponta Condé (2017), permitirão um novo olhar para a dimensão histórica da ciência. Ao invés da justaposição caracterizada pelos polos

internalista e externalista, a historicidade da ciência entra em jogo, através da qual ciência e sociedade estabelecem uma relação orgânica.

São conceitos centrais da obra de Fleck: **estilo de pensamento**, **coletivo de pensamento**, **fato científico** e **protoideia** (pré-ideia). Por meio da análise que articula esses conceitos, entre outros, Fleck busca compreender como se dá a produção de conhecimento. Condé (2017) destaca que, em alguma medida, Fleck é um historiador da ciência, mas sua concepção de história, assim como de sociologia, se estabelece em grande parte mais em função de sua concepção epistemológica do que em historiar objetos e processos científicos.

Embora sua obra praticamente tenha permanecido desconhecida entre as décadas de 1930 e 1960, a intenção de Fleck era fazer oposição ao neopositivismo, epistemologia dominante no contexto de publicação, caracterizada pela matriz empírico-indutivista e verificacionista, que demarcava o discurso científico do não-científico.

Na introdução da obra de Fleck, Schäfer e Schelle (2010) destacam que essa obra se opõe ao conceito estático de **fato**, como se fosse algo sempre evidente. A ciência consiste numa atividade organizada por pesquisadores e não um construto formal que deveria ser apenas desvelado. O conhecimento científico não é produto do individual, mas do coletivo. O estudo de caso do conceito de sífilis permitiu para Fleck compreender a ciência como um processo coletivo. Nesse sentido, August Wassermann (1866-1925) não pode ser considerado como autor exclusivo do procedimento que leva o seu nome para o diagnóstico de sífilis.

Para compreender como surgiu o atual conceito de sífilis, Fleck utiliza em sua análise fontes que remontam ao século XV. Desse marco até o presente, Fleck mostra que o entendimento mudou substancialmente: de doença específica, a sífilis passou a ser compreendida como entidade nosológica.⁸⁵ Em relação ao desenvolvimento do conceito de sífilis, Fleck argumenta que:

Seu caráter passou por transformações a partir do místico, passando pelo empírico e o patogênico geral, para terminar no predominantemente etiológico, sendo que esse processo não se caracterizava apenas por um grande enriquecimento em detalhes, mas também pela perda de muitos elementos da doutrina antiga. Assim, aprendemos e ensinamos muito pouco ou nada atualmente sobre a dependência da sífilis em relação ao clima, às

⁸⁵ Conforme apontam Massoni e Moreira (2015, p. 240), uma entidade nosológica “é uma doença individualizada, com características e propriedades inerentes, isto é, mecanismos de surgimento e desenvolvimento de uma patologia”.

estações e à constituição geral dos pacientes, enquanto nos textos antigos, podemos encontrar muitas observações a esse respeito. Com as transformações do conceito de sífilis, porém, surgiram também novos problemas e novos domínios do saber, de modo que, na verdade, nada está encerrado (FLECK, 2010, p. 60).

O desenvolvimento de um fato científico para Fleck é fortemente marcado pela influência de fatores externos ao pesquisador. No caso da sífilis, segundo Fleck (2010), por volta do século XV, a concentração de flagelos (incluindo epidemias e doenças) e a miséria decorrente atçaram a atenção dos pesquisadores e os levaram ao desenvolvimento da ideia de sífilis. A astrologia e a religião produziram um ambiente sociopsicológico que, por séculos, “havia favorecido a segregação e consequente fixação do caráter venéreo com ênfase psíquica da entidade nosológica recém-determinada” (FLECK, 2010, p. 41). Portanto, o desenvolvimento de um fato científico para o médico polonês não é possível de ser compreendido em função apenas dos dados empíricos obtidos pelo pesquisador. Esse processo é, sobretudo, marcado por elementos externos tais como fatores provenientes da *psique* e da tradição sociocultural.

Para Fleck (2010), o conhecimento científico é entendido como resultado do desenvolvimento da história do pensamento. Ao contrário da concepção vigente do Círculo de Viena, o fato científico é um produto social e não algo evidente, dado em função da aplicação de um método rigoroso que aliava linguagem rigorosa com empiria. O autor menciona que não existe geração espontânea dos conceitos. Esses são determinados pelos seus ancestrais.

Fleck explora algumas relações entre a Filosofia da Ciência, a História da Ciência e o próprio conteúdo da ciência. Segundo o autor (2010, p. 62), “qualquer teoria do conhecimento sem estudos históricos ou comparações permaneceria um jogo de palavras vazio, uma epistemologia imaginária (*Epistemologia imaginabilis*)”. Assim, os estudos históricos adquirem importância para a teoria do conhecimento em Fleck, ao passo que o conteúdo da ciência é essencial para a compreensão de seu caráter histórico (não se chega a um conceito de sífilis sem uma abordagem histórica, por exemplo).

Para compreender a dimensão da gênese e desenvolvimento de um fato, Fleck faz o uso do conceito de protoideia, que corresponde a uma ideia vaga de um fenômeno. Em muitos casos, atualmente o fato científico corresponde a uma expressão científica moderna de uma protoideia existente há muito tempo. No caso

estudado por ele, a reação de Wassermann é o fato científico que se desenvolveu a partir da protoideia de alteração sífilítica sanguínea, existente há séculos. Outro exemplo citado pelo autor, o atomismo grego apresenta protoideias que se desenvolveram muitos séculos depois nas modernas teorias atômicas. Segundo Fleck (2010, p. 66), “as protoideias devem ser consideradas como pré-disposições histórico-evolutivas (*entwicklungsgeschichtliche Anlagen*) de teorias modernas e sua gênese deve ser fundamentada na sociologia do pensamento (*denksozial*)”.

Fleck argumenta que não é possível realizar comparações entre protoideias e ideias se essas forem desconectadas de seu contexto histórico. Cada conceito está vinculado a um estilo de pensamento, isto é, a um conjunto de pressupostos válidos sobre o qual o coletivo constrói o seu pensamento. Nesse sentido, a protoideia grega de átomo não pode ser comparada logicamente com o conceito atual, pois ambas provêm de estilos de pensamento diferentes. Para Fleck:

O julgamento universal sobre o caráter correto ou incorreto é tão pouco adequado para proposições fósseis quanto o julgamento atemporal para a realidade paleontológica: o brontossauro certamente era tão bem adaptado ao seu ambiente quanto o lagarto atual ao seu. Tirados de seus ambientes, não podem ser chamados de ‘adaptados’, nem de ‘mal-adaptados’ (FLECK, 2010, p. 67).

Outro ponto defendido por Fleck (2010) consiste em considerar o condicionamento social de qualquer processo do conhecimento. Para o autor, a teoria comparada do conhecimento não se estabelece de forma binária apenas, mas da relação entre o **sujeito** (ator do conhecimento), **objeto** (algo a ser conhecido) e o respectivo **estado do saber** (fator fundamental de cada conhecimento novo). Fleck entende que as relações históricas e estilísticas dentro do saber evidenciam a interação entre o objeto e o processo de conhecimento. O conhecimento novo é influenciado por conhecimentos anteriores, o que faz o autor considerar que o processo de conhecimento “é o resultado de uma atividade social, uma vez que o respectivo estado do saber ultrapassa os limites dados a um indivíduo” (FLECK, 2010, p. 81-82).

O condicionamento social dos processos de conhecimento leva ao conceito de coletivo de pensamento. Segundo Fleck (2010), esse conceito consiste na comunidade de pessoas que desenvolvem determinada temática, que trocam pensamentos ou que se influenciam de forma recíproca. Em cada membro de um

determinado coletivo de pensamento, se tem “um portador do desenvolvimento histórico de uma área de pensamento, de um determinado estado do saber e da cultura, ou seja, de um estilo específico de pensamento” (FLECK, 2010, p. 82). O pensamento consiste numa atividade social por excelência.

Ao diferenciar os tipos de acoplamentos presentes no ato de conhecer, Fleck entende que parte do processo do conhecimento é inerente às condições dadas, denominando-a de acoplamentos ativos, ao passo que os resultados observáveis provenientes da realidade objetiva são acoplamentos passivos, cujo ato de constatação corresponde ao indivíduo. Ao indicar os três fatores envolvidos no processo do conhecimento – o indivíduo, o coletivo e a realidade objetiva – Fleck dá uma nova tônica para a epistemologia e, conseqüentemente, para a compreensão da dimensão histórica da ciência: a influência do coletivo é determinante no processo de desenvolvimento de um fato, que não pode ser reduzido ao trabalho individual de um cientista apenas. Fleck (2010, p. 85) entende que “o processo de conhecimento representa a atividade humana que mais depende das condições sociais, e o conhecimento é o produto social por excelência”. A análise histórica feita por ele evidencia que o pensamento humano não é fixo e absoluto. Sua origem não reside no sujeito propriamente dito, mas no meio social em que se encontra inserido.

Ao analisar a reação de Wasserman e sua descoberta, Fleck (2010) mostra que o saber especializado não apenas aumenta, mas também passa por mudanças fundamentais, isto é, não é caracterizado apenas pelo mero acúmulo de informação. Segundo o autor, a gênese da reação em questão não foi determinada por aspectos puramente científicos. Há um pano-de-fundo social relacionado à questão da sífilis: a competição entre nações, alavancada pelo anseio comum quanto à resolução desse problema. Com seu estilo de pensamento, o coletivo orienta o que deve ser pesquisado.

Para Fleck (2010, p. 125), “somente a atmosfera social criou o coletivo de pensamento no sentido mais estrito, que resultou, com a colaboração constante e as relações interativas dos membros, na experiência coletiva e na elaboração comunitária e anônima da reação”. A autoria para Fleck cabe ao coletivo, aos costumes da comunidade.

Condé (2017) observa que o entendimento atual de sífilis foi compreendido historicamente de formas diferentes por distintos coletivos de pensamento, que

produziram suas teorias e práticas científicas pelas quais foram determinados os problemas e os modos como foram detectados.

Em suma, o pensamento de Fleck vê as dimensões social, histórica e epistemológica intrinsicamente ligadas no entendimento de ciência. O médico polonês entende que há uma dimensão psicológica, social e histórica que envolve a ciência. Entendida como atividade coletiva, ela “se processa no bojo das relações sociais que envolvem o científico e o não científico” (CONDÉ, 2017, p. 72). Por fim, convém destacar um aspecto do trabalho de Fleck: estilos de pensamento sofrem mutações com o passar do tempo. Condé (2017, p. 75) destaca que, para Fleck, “a ciência tem uma evolução e nesse processo suas transformações são muito mais ‘mutações’ do que ‘revoluções’”.

A perspectiva epistemológica em que se estrutura a obra de Fleck tem como ponto central a ideia de que a História da Ciência, a Sociologia da Ciência, bem como o próprio conhecimento científico se tornam essenciais para a compreensão da dinâmica da ciência. Esse pensador exercerá influência em outro importante pensador da História da Ciência do século XX: Thomas Kuhn.

4.3.2.5 Kuhn e sua concepção de história a partir do paradigma

O historiador estadunidense Thomas Kuhn (1922-1996) é uma grande referência para a moderna historiografia da ciência da segunda metade do século XX. Físico de formação, se interessou pela História da Ciência em sua pós-graduação, se dedicando desde então à pesquisa nesse campo. Sua obra principal *A Estrutura das Revoluções Científicas* foi publicada em 1962 e tornou-se a referência de seu pensamento, bem como um clássico de História da Ciência.

O contexto histórico em que Kuhn encontra-se inserido quando da publicação de sua obra principal é o da Guerra Fria. De acordo com Maia (2013b), o interesse por ciência aumentou significativamente nos Estados Unidos a partir de 1930 e, mesmo com o final da 2ª Guerra Mundial em 1945, a porcentagem do produto interno bruto dessa nação aumentou consideravelmente no início da década de 1960. Em plena Guerra Fria foram feitos investimentos consideráveis, sobretudo para a obtenção da bomba de hidrogênio e para a corrida espacial. A respeito das mudanças ocorridas, principalmente no início da segunda metade do século XX, Maia argumenta que:

São inéditas e muito grandes as transformações que ocorrem nos EUA no pós-guerra. Sintetizando, ousamos dizer que, tanto o capitalismo como a ciência, deslocam-se e fixam-se em um novo centro de poder, retiram-se da Europa e atravessam o Atlântico. Como corolário desse mesmo processo, a história da ciência fará a mesma travessia, e Kuhn, a partir de 1962, tornar-se-á o polo das atenções historiográficas (MAIA, 2013b, p. 41).

Maia (2013b) aponta um aumento significativo na quantidade de cientistas nos Estados Unidos entre 1930 e 1960. Segundo o autor, há um crescimento significativo nesse período, de cerca de onze mil cientistas (1930) para aproximadamente trezentos mil (1960), com reflexos na quantidade de laureados com o prêmio Nobel. O aumento do número de cientistas nos Estados Unidos e a consequente organização de instituições científicas relacionadas à pesquisa marcam, portanto, o contexto dessa nação no início da segunda metade do século XX.

Para Maia (2013b), dois conjuntos de ocorrências tiveram impacto nesse contexto. Em primeiro lugar, a polêmica suscitada após 1945 sobre quem deveria gerenciar as pesquisas nos Estados Unidos. Visando superar o forte pragmatismo presente na cultura científica estadunidense, algumas iniciativas surgiram nesse contexto, articulando inclusive um papel ativo para a História da Ciência na formação da carreira técnico-científica dos futuros cientistas. Em segundo lugar, as disputas entre perspectivas antagônicas, tanto na economia e política que vinham desde a década de 1930 (planejamento x *laissez-faire*), quando no bojo da História da Ciência (a querela E x I).

Assim como Fleck, Kuhn defende uma perspectiva de historicidade para a ciência. Kuhn (2007) menciona no prefácio de *A Estrutura das Revoluções Científicas* que teve acesso à obra de Fleck e que o médico polonês antecipou muitas de suas conclusões. Condé (2017, p. 90) aponta que “com o grande impacto que o livro de Kuhn alcançou, não apenas a ciência passaria a ser vista como portadora de uma história, mas essa história passaria a ser considerada como fundamental no entendimento da própria ciência”.

A Estrutura das Revoluções Científicas pode ser considerada um divisor de águas na trajetória de Kuhn. Nos anos que se seguiram, o historiador estadunidense teve que lidar com as acusações proferidas, sobretudo, no âmbito da Filosofia da Ciência (em especial de Karl Popper) de que seria um relativista, em função da sua defesa da historicidade da ciência. Por outro lado, a partir da década de 1970 Kuhn combateu alguns excessos decorrentes da interpretação de sua obra, em particular

advindos do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento para o qual uma interpretação radical da historicidade da ciência deixava em segundo plano aspectos do conhecimento da natureza, conduzindo assim ao relativismo.

A compreensão da dimensão histórica da ciência explicitada na *Estrutura das Revoluções Científicas* tem como ponto de partida a ideia de que o seu desenvolvimento se dá em função de rupturas paradigmáticas, e não por mera acumulação de saberes. Kuhn (2007, p. 19) reconhece na história um papel fundamental: “se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que nos domina”. Segundo o autor, a história da ciência fornece subsídios importantes para uma melhor compreensão da ciência, de sua natureza, seus limites, etc. O desenvolvimento da ciência, portanto está longe de ser, segundo Kuhn, um processo linear de mera acumulação de conhecimentos.

Para Kuhn (2007), a partir do momento em que um ramo do saber começa a ser praticado sob a influência de um paradigma, sua história é caracterizada por períodos de ciência normal intercalados por transições paradigmáticas. Por **paradigma**⁸⁶, pode-se entender neste trabalho “aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica consiste em homens que partilham um paradigma” (KUHN, 2007, p. 221). Em outras palavras, corresponde às crenças, valores e regras partilhados entre os praticantes de uma ciência num dado período, o qual confere ao trabalho desenvolvido uma unidade.

O **período pré-paradigmático** corresponde à fase anterior de uma ciência, em que suas atividades foram desenvolvidas sem consenso por seus praticantes sobre questões relativas a métodos, compromissos, valores, etc. Desse modo, a principal característica desse período é a falta de um desenvolvimento articulado consistente no campo do saber. Contudo, com o passar do tempo surge um paradigma dominante, iniciando o período paradigmático e, conseqüentemente, o primeiro período de ciência normal. Sobre a transição entre os períodos, Kuhn menciona que

⁸⁶ Para efeitos de análise deste trabalho será considerada a definição de paradigma apresentada por Kuhn no *Posfácio* de *A Estrutura das Revoluções Científicas*. O termo adquiriu nessa obra múltiplas conotações, fato esse explorado por Masterman (1979) e reconhecido por Kuhn. No seu *Posfácio*, publicado em 1969, Kuhn reconhece que o termo é inapropriado e introduz um termo substituto: matriz disciplinar, o qual, segundo o autor, seria constituído por generalizações simbólicas, uma parte metafísica e um conjunto de valores.

Antes de ela ocorrer, diversas escolas competem pelo domínio de um campo de estudos determinado. Mais tarde, no rasto de alguma realização científica notável, o número de escolas é grandemente reduzido, em geral para uma única. Começa então um tipo mais eficiente de prática científica. Essa prática é geralmente esotérica e orientada para a solução de quebra-cabeças. O mesmo ocorre com o trabalho de um grupo que somente inicia quando seus membros estão seguros a respeito dos fundamentos de seu campo de estudos (KUHN, 2007, p. 224).

A partir do momento em que resta apenas uma escola de pensamento, os praticantes de uma dada ciência começam a trabalhar em função do arcabouço teórico, das regras, costumes, valores dessa escola. Tais normativas serão o paradigma⁸⁷ a orientar a atividade científica. Inicia-se assim um período de **ciência normal**. Por esse termo, Kuhn (2007, p. 29) entende “a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas”. Corresponde, portanto, ao período em que os cientistas trabalham sob a orientação de um determinado paradigma e cujo objetivo consiste na ampliação do seu alcance. Para tal, os cientistas o fazem mediante resolução de problemas os quais Kuhn denominou de quebra-cabeças.

Por **quebra-cabeça** Kuhn entende a categoria particular de problemas em que os indivíduos podem testar sua engenhosidade ou habilidade na sua resolução. Em geral, esses problemas pressupõem adesão ao paradigma por parte de quem vai resolvê-los e, conforme apontado anteriormente, a sua solução contribui para ampliar o alcance do paradigma. Para Kuhn (2007, p. 66), “a existência dessa sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais é fonte principal da metáfora que relaciona a ciência normal a resolução de quebra-cabeças”.

Em outras palavras, Kuhn entende a investigação normal como a atividade dos cientistas em resolver problemas que se assemelham a um cubo chinês, cujo aspecto final do processo é conhecido desde o início. O elemento motivador para o cientista, segundo Kuhn (1979), está na dificuldade em conseguir encontrar o resultado do problema.

Nem todo problema corresponde a um quebra-cabeça. Nesse sentido, Kuhn (2007, p. 61) menciona que “para ser classificado como quebra-cabeça, não basta a

⁸⁷ É importante destacar neste ponto que Kuhn (2007, p. 38) menciona que “para ser aceita como paradigma, uma teoria deve parecer melhor que suas competidoras, mas não precisa (e de fato isso nunca acontece) explicar todos os fatos com os quais pode ser confrontada”. De certo modo, isso explicará por quais razões, em determinados momentos da história de uma ciência, ocorrem crises paradigmáticas.

um problema possuir uma solução assegurada. Deve obedecer às regras que limitam tanto a natureza das soluções aceitáveis como os passos necessários para obtê-las.” Os quebra-cabeças surgem como desafios para os cientistas em sua prática esotérica, uma vez que esses manifestam forte adesão ao paradigma vigente. Assim, o paradigma fornece as regras do jogo de resolver os quebra-cabeças. Para Kuhn, um cientista basicamente é um solucionador de quebra-cabeças e um fiel adepto a um paradigma.

O desenvolvimento da ciência deve muito aos períodos de ciência normal. É neles que os cientistas concentram seus esforços no sentido de resolver quebra-cabeças, baseados na forte adesão ao paradigma. Entretanto, nem sempre os comportamentos apresentados pela natureza se encaixam no modelo vigente. A partir do momento em que um fenômeno não se encaixa num paradigma, surge aquilo que Kuhn (2007) denomina por **anomalia**. A tendência dos cientistas é de dissipar tais anomalias, em virtude de sua adesão ao paradigma. Nesse contexto ocorrem as descobertas. Para Kuhn,

A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia. Este trabalho somente se encerra quando a teoria do paradigma for ajustada, de tal forma que o anômalo tenha se convertido no esperado (KUHN, 2007, p. 78).

A análise histórica que Kuhn realiza mostra que nem sempre uma anomalia é dissipada. Na medida em que a anomalia resiste às investidas dos cientistas contra ela, aumenta a insegurança por parte dos praticantes da ciência, de modo que, se esse aumento não for freado, o paradigma vigente entra em crise. Kuhn destaca que, em períodos de ciência normal, os cientistas têm um forte compromisso com o paradigma, que se traduz por uma adesão dogmática. Em períodos de crise, a dimensão psicológica produz a insegurança que, aos poucos, ameaçará o paradigma.

Uma vez instalada a crise, inicia-se um período em que os cientistas praticam ciência sem a orientação exclusiva de um paradigma. Esse período é denominado de **ciência extraordinária** e é caracterizado pelo esforço em reformar o paradigma em crise. Kuhn (2007) ressalta que tal movimento encontra bastante resistência por parte da comunidade científica, que de certa forma, ainda luta para manter o paradigma vigente, nas tentativas de dissipar as anomalias.

À medida que o paradigma em crise não é capaz de dar conta dos novos fenômenos, inicia-se uma **revolução científica**, acontecimento extraordinário caracterizado por uma transição entre paradigmas. Segundo Kuhn (2007), essa transição está longe de ser um processo cumulativo decorrente do velho paradigma. Para o autor (2007, p. 116), “é antes uma reconstrução da área de estudos a partir dos novos princípios, reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações”. Embora no momento transitório existam questões comuns entre os paradigmas, a tendência do novo paradigma é de se afastar do anterior.

Uma vez instalado o novo paradigma, inicia-se um novo período de ciência normal. É importante salientar que a revolução científica é um processo lento, cuja consolidação dependerá, inclusive, da eliminação da velha tradição paradigmática. A respeito disso, Kuhn (2007) cita Planck, para quem uma nova verdade científica só triunfa quando da morte de seus opositores e com o crescimento de uma nova geração familiarizada com ela. Preconceito e resistência seriam, para Kuhn (1979), mais a regra do que a exceção na comunidade científica no desenvolvimento de uma ciência.

Essencialmente, para Kuhn a história da ciência é caracterizada por longos períodos de ciência normal, alternados por períodos de ciência extraordinária e de revoluções. Kuhn destaca nesse sentido que tanto o dogmatismo quanto a atividade revolucionária são dimensões presentes nesse processo, embora o dogmatismo seja a dimensão mais presente.

Decorre disso que os paradigmas que se sucedem são **incomensuráveis** entre si, não sendo possível estabelecer uma relação lógica ou uma comparação entre eles, pois a matriz epistemológica de cada um se distingue, impedindo a comunicação de ambos em função de elementos comuns. Nesse sentido, a mecânica newtoniana e a mecânica relativística seriam incomensuráveis entre si, dado o fato de que os conceitos/entidades fundamentais de cada paradigma serem distintos, próprios de cada sistema explicativo.

Segundo Kuhn, em decorrência de uma revolução científica, o paradigma anterior não passa a ter suas teorias falseadas, tampouco a ciência pode ser vista como um empreendimento que, com o seu desenvolvimento, se aproximaria cada vez mais da verdade. Assim,

Não há dúvida de que o trabalho de investigação que um dado paradigma permite torna-se uma contribuição duradoura para o corpo do conhecimento científico e técnico, mas os paradigmas eles próprios são com frequência postos de lado e substituídos por outros bastante incompatíveis com eles. Não podemos recorrer a noções como 'verdade' ou 'validade' a propósito dos paradigmas na tentativa de compreender a especial eficácia da investigação que a sua aceitação permite (KUHN, 1979, p. 66).

O pensamento kuhniano é considerado por muitos autores como um marco na historiografia da ciência do século XX. Isso se deve, entre outras características, à proposta de harmonizar as vertentes internalista e externalista na concepção historiográfica de ciência, sobretudo ao considerar a historicidade da ciência. Nesse sentido, o autor entende ser necessária uma complementaridade de posições.

Para Condé (2017) pode-se dizer que o impacto causado por *A Estrutura das Revoluções Científicas* está no fato de que além de a ciência possuir uma história, essa passaria a ser fundamental no entendimento da própria ciência. A respeito, o autor aponta que a obra de Kuhn sofreu duros ataques, sobretudo motivados em função da concepção de que diferentes paradigmas operam em mundos diferentes.

Com Kuhn, as teses do neopositivismo, em especial a demarcação proposta por Reichenbach, começaram a ser questionadas. Entretanto, a dimensão social da ciência ganhará força a partir de trabalhos que se desenvolveram, sobretudo, a partir da década de 1970, motivadas em parte a partir da publicação da obra central de Kuhn.

4.3.2.6 A historiografia da ciência após Kuhn e as tendências atuais

Não há dúvidas quanto à importância do trabalho de Kuhn para a historiografia da ciência do século XX, bem como para a constituição do campo de pesquisa. Embora sua principal obra tenha apresentado algumas fragilidades, das quais o próprio autor buscou superá-las em parte por meio de publicações posteriores, a sua concepção de historicidade da ciência foi fundamental para o avanço da História da Ciência.

Diferentemente de Fleck, Kuhn encontrou condições favoráveis para a recepção de suas ideias e sua obra teve um alcance significativo. Foi por meio de Kuhn que a obra de Fleck lentamente foi resgatada do anonimato, embora tenha sido publicada vinte e sete anos antes. Ambas as obras, de Fleck e de Kuhn, são de suma importância para a moderna historiografia da ciência, pois articulam a dimensão

histórica da ciência como algo que depende de um emaranhado de relações das quais a ciência faz parte. Ao contrário da visão dominante em que a ciência seria algo fixo, os autores mostram como os condicionantes sociais interferem na produção do conhecimento científico e como a história pode ser determinante para o entendimento da própria ciência.

Kuhn foi um historiador profissional e esteve engajado nas discussões que se sucederam à publicação de sua principal obra. Ainda na década de 1960, destacou-se pela sua participação no Seminário Internacional sobre Filosofia da Ciência realizado em Londres, no qual sua obra foi colocada em debate. Nesse evento, Kuhn se defendeu das críticas no âmbito da Filosofia da Ciência, em particular de Karl Popper (1902-1994), para o qual a posição defendida por Kuhn em *A Estrutura das Revoluções Científicas* implicou numa forma de relativismo. Nas décadas seguintes, Kuhn trabalhou no sentido de conter os excessos decorrentes da interpretação de sua obra, sobretudo no que se refere ao protagonismo dos condicionantes sociais na constituição da ciência.

Segundo Maia (2013a), embora Kuhn tenha avançado em direção à superação do suposto hiato historiográfico, isso não ocorreu pois faltaram instrumentos analíticos na obra de Kuhn mais comprometidos com as ciências sociais. Maia (2013a, p. 295) aponta a respeito de Kuhn que “não causa espanto o fato de sua leitura de Fleck ser tão precária dos pontos de vista sociológico e epistemológico, afinal Fleck permaneceria inadequado para ser compreendido pela visão dominante da época”. Para Maia, o hiato seria superado na década de 1970 com o surgimento do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento e com a publicação em inglês da obra principal de Fleck.

Além da obra de Kuhn, na segunda metade do século XX surgiram novas tendências historiográficas. Em parte, elas lançaram um olhar crítico em relação ao surgimento da ciência moderna, bem como trouxeram à tona personagens e outras características até então ocultas. Segundo Debus (1991), o resgate de aspectos relegados ao esquecimento até então é influência da recente profissionalização na área de História da Ciência.

Segundo Alfonso-Goldfarb et al. (2004), essas tendências passaram a constituir um modelo descontínuista de historiografia, com vistas também a superar uma historiografia positivista. A respeito dessa nova tendência historiográfica, os autores apontam que “teve como princípio não só a observação pontual e minuciosa

de estudos de caso, mas também as variantes regionais e circunstanciais que os envolveram e particularizaram dentro do contexto mais geral ao qual pertenciam” (ALFONSO-GOLDFARB et al., 2004, p. 54).

Nesse sentido, a nova historiografia expressou em sua produção aspectos da História da Ciência presentes em outras áreas do saber, ampliando o escopo historiográfico focado até então na Física e nos seus personagens principais, bem como a diluição das linhas entre a ciência moderna e a doutrinas anteriores. Segundo Alfonso-Goldfarb et al. (2004, p. 55) “a nova historiografia desenvolveu um processo de análise não continuísta, portanto, sem ler o passado a partir do presente, mas também evitando a imposição generalizada de fórmulas descontinuístas”.

De acordo com Alfonso-Goldfarb et al. (2004), vários conhecimentos marginalizados até então passaram a ter importância na pesquisa em História da Ciência. Destacam nesse contexto, os trabalhos de Walter Pagel (1898-1983) sobre a influência de Paracelso (1493-1541), bem como os trabalhos de Frances Yates (1899-1981) sobre a Revolução Científica e o hermetismo⁸⁸.

Cumprir destacar também a influência crescente da Sociologia na História da Ciência, a qual começou a se notabilizar a partir da década de 1970. Pautada sobretudo pela crítica à racionalidade científica, a abordagem sociológica, com suas múltiplas correntes, buscou desenvolver uma visão mais profunda da ciência. Segundo Martins (2000), na virada do milênio essa tendência era a mais forte no âmbito da História da Ciência.

Nesse cenário se destaca o Programa Forte da Sociologia do Conhecimento, de David Bloor. Atento ao debate Popper/Kuhn, para o qual considera um embate entre as ideologias iluminista e romântica, Bloor elabora em sua obra *Conhecimento e imaginário social* (1976) as diretrizes daquilo que se tornou o Programa Forte. Condé (2017) aponta que, para o programa, o mundo é visto radicalmente pela ótica do social, em que toda negociação é essencialmente importante na determinação do conhecimento que temos dele. Os conhecimentos do grupo estão vinculados às

⁸⁸ De acordo com Abbagnano (2007), o termo “hermetismo” designa a doutrina filosófica contida em textos místicos surgidos no primeiro século da era cristã e que chegaram até nós com o nome de Hermes Trismegisto. Essa doutrina visava reintegrar a filosofia grega na religião egípcia e o conjunto de textos possuíam caráter místico, visando defender o paganismo e as religiões orientais. Segundo Abbagnano, esses textos foram traduzidos para o latim e impressos pela primeira vez no século XV. Existem estudos historiográficos, dentre os quais Yates contribuiu, que analisam as influências dessa doutrina na constituição da ciência moderna.

regras institucionais, as quais são determinantes em última instância na sua constituição. Nesse sentido, seria relativista⁸⁹ a perspectiva adotada por Bloor.

Com o desenvolvimento da abordagem sociológica da História da Ciência surgiu os *Science Studies*, movimento interdisciplinar que, segundo Videira (2006), tem procurado realizar uma análise da ciência levando em consideração as perspectivas da filosofia, da história e da sociologia da ciência. Sua origem data de meados da década de 1960 na Grã-Bretanha e tem em Kuhn um dos maiores influenciadores. Os *Science Studies* recusam a distinção entre contexto de descoberta e contexto de justificação do neopositivismo. De acordo com Videira, algumas características desse movimento são:

a) adoção de um moderado relativismo metodológico, o que permitiria evitar o comprometimento com a teoria científica em análise, b) defesa de um realismo moderado, pois se aceita o construtivismo, ainda que não social; c) a biografia científica pode ajudar a esclarecer os processos de formação e transmissão do conhecimento científico; d) o conhecimento é produzido localmente, ou seja, em espaços e tempos específicos, sempre através das ações de sujeitos bem conhecidos; e) em seu local de formação, o conhecimento não é válido universalmente; sua universalidade é construída durante o seu processo de transmissão e recepção em outros locais; f) não existe método científico universal (VIDEIRA, 2006, p. 37).

Essas características indicam que, para os adeptos dos *Science Studies*, a distinção proposta por Reichenbach não tem sentido, o que implica em considerar que o conteúdo da ciência não é independente do contexto em que foi constituído. Para esse movimento é essencial enxergar a ciência a partir de sua prática. Destaca-se nesse sentido o trabalho de seu representante francês, Bruno Latour.

O historiador da ciência Roberto Martins é um crítico das implicações do Programa Forte, bem como das versões mais radicais de abordagens sociológicas para a História da Ciência. O autor (2001, 2004) adverte que esse programa considera que a aceitação ou rejeição de propostas científicas deve ser explicada exclusivamente em função de fatores de natureza social, ou seja, nega a validade de considerações sobre o valor epistêmico da ciência.

⁸⁹ O relativismo radical implicado bem como os problemas decorrentes a partir da interpretação do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento fez com que Kuhn repensasse, segundo Condé (2017), suas próprias posições e trabalhasse no sentido de reconstruir uma nova teoria da ciência pautada em dois aspectos: 1) a matriz de entendimento do conhecimento é a biologia; 2) o papel da linguagem como fator essencial na compreensão dos mecanismos de produção do conhecimento. Nesse sentido, segundo Condé, Kuhn teria se aproximado de Fleck (matriz de conhecimento biológica) e de Wittgenstein (filosofia da linguagem).

Embora reconheça a abordagem sociológica da ciência como sendo a tendência mais forte na área de História da Ciência na atualidade, Martins (2000) aponta que o problema dessa abordagem está na dimensão fundamentalista que acaba assumindo. Em outras palavras, ela não se considera uma entre muitas abordagens, mas a única abordagem válida. Nesse sentido, Martins (2000) observa que para os seus defensores:

[...] interpretações psicológicas são inaceitáveis; análises conceituais são tolas; a epistemologia deveria ser substituída pela análise social da prática científica (epistemologia social); a ciência não tem nenhuma dignidade nem valor específico; a dinâmica social pode ser descrita e compreendida sem qualquer referência a distinções relativas a valores epistêmicos (MARTINS, 2000, p. 48).

Para Martins (2000), o comportamento dos defensores da abordagem sociológica pode ser compreendido como uma “vingança histórica”, motivada pelo desprezo sofrido pela sociologia no passado, quando era considerada uma ciência inferior ou uma pseudociência. Atualmente, segundo Martins (2000, p. 49), “os sociólogos procuram mostrar que todas as ciências, incluindo as naturais e ‘exatas’ não passam de um jogo social, sem nenhum valor intrínseco especial”.

Assim como a antiga história internalista excluía o contexto social de sua análise, a história baseada no Programa Forte da Sociologia do Conhecimento excluiu a dinâmica do núcleo interno da ciência em sua análise. Martins (2004, p. 139) defende que “nenhum desses dois extremos é válido, pois ambos empobrecem nossa compreensão sobre a dinâmica da ciência. Assim, o uso de conhecimentos científicos por parte do historiador não deve ser considerado como algo negativo”.

A título de comparação, Martins (2001) aponta que certamente existiu algum mecanismo social que influenciou na divulgação de um clássico em Filosofia, como a *Crítica da Razão Pura* de Immanuel Kant (1724-1804). Entretanto, interpretar a História da Filosofia, por exemplo, em função exclusiva desses condicionantes sociais, ignorando os pressupostos internos contidos na obra central da filosofia kantiana, não levaria a uma compreensão adequada do pensamento desse filósofo. A partir dessa análise, Martins faz um alerta acerca dos riscos e limitações que podem comprometer a compreensão histórica da ciência baseada numa perspectiva sociológica radical. O autor argumenta que:

Devemos limitar o estudo da história das artes, da filosofia e de outros campos a estudos puramente sociológicos? Devemos proibir os historiadores da arte e os historiadores da filosofia de discutir o próprio conteúdo da arte e da filosofia, impedir o mundo acadêmico de desenvolver análises estética e filosófica dos trabalhos antigos? Isso parece inaceitável. Então, por que motivo parece 'natural', hoje em dia, proibir a análise dos argumentos científicos, das evidências empíricas e dos valores epistêmicos ao longo da história da ciência? Estamos vivendo um momento que sufoca outros tipos de abordagem, e que será visto no futuro como algo tão tolo quanto a tendência antiga de rejeitar estudos de aspectos 'externos' da ciência (MARTINS, 2001, p. 32).

Na defesa de uma concepção adequada para a História da Ciência, Martins (2004) cita o argumento utilizado por Mary Hesse, para refutar a perspectiva relativista a partir da ideia de que a natureza em si mesma não determina como será a ciência. As manifestações fenomênicas podem ser descritas e compreendidas de diversos modos, em diversos contextos, em diferentes períodos. Entretanto, isso não implica que a ciência seja constituída independente da realidade não social. “Em cada caso específico podem ser diferentes as importâncias relativas do mundo material e do mundo social, mas ambos estão presentes na ciência” (MARTINS, 2004, p. 141).

Por sua vez, ao se propor a pensar filosoficamente a escrita da História da Ciência, Condé situa a historiografia entre a História da Ciência e a Filosofia da Ciência. Segundo o autor (2017, p. 19), a historiografia da ciência não é “uma simples fotografia das diferentes formas de como a ciência foi escrita pelos historiadores, mas pressupõe sempre uma concepção epistemológica por trás de seus modelos, limites, possibilidades, etc.” Desse modo, Condé entende que tanto o internalismo de forte matriz positivista do início do século XX quanto o relativismo radical da abordagem sociológica do final do século devem ser evitados como posições em História da Ciência.

Partimos de um positivismo extremo, no início do século XX, quando se pensou que uma boa epistemologia era a que recomendava descrever objetivamente os fatos da natureza de forma neutra e, ao final do mesmo século, chegamos a um relativismo extremo no qual a natureza teria uma relevância quase secundária diante do papel central das 'negociações' dessa ciência. Acredito que não deveríamos ficar em nenhum dos dois lados desses extremos (CONDÉ, 2017, p. 23).

Condé defende uma posição epistemológica intermediária, segundo a qual a ciência é entendida como fruto da interação entre sociedade (com sua linguagem e práticas sociais) por um lado e a natureza por outro. De acordo com o autor, a segunda

filosofia de Wittgenstein⁹⁰, a partir das noções de gramática e pragmática da linguagem, possibilita uma nova forma de entendimento para a racionalidade científica. Condé (2017) defende que, mesmo que a ciência surja de práticas sociais, ela constituiu suas próprias regras de funcionamento, sendo autônoma, ainda que não independente da sociedade que a criou. Enfatizar apenas o natural ou o social numa construção historiográfica seria construir uma falsa ideia de ciência. A ideia de gramática da ciência para Condé “parece ser bem profícua para a compreensão da ciência e de sua história, enfim, para o nosso entendimento de historicidade da ciência” (CONDÉ, 2017, p. 157).

Dessa discussão assume-se, portanto, a perspectiva de que as posições extremas - positivismo quanto o relativismo sociológico – não permitem compreender a ciência em sua dimensão histórica. A análise feita por Condé (2017) fornece os elementos fundamentais para compreensão epistemológica da História da Ciência, necessários para situá-la no âmbito da Didática das Ciências.

Por fim, é importante salientar que a História da Ciência como campo de pesquisa ainda não desperta atenção e interesse por parte da maioria dos historiadores gerais. Acerca disso, Maia (2013a) menciona que foi muito pequena a participação desses profissionais no processo de renovação do campo na segunda metade do século XX. Para o autor, a história da História da Ciência é marcada por ser uma história de historiadores ausentes.

4.3.3 Considerações finais sobre o desenvolvimento da História da Ciência

Ao longo deste capítulo foi abordado o processo de desenvolvimento e de institucionalização da História da Ciência, este último ocorrido ao longo do século XX. Nesse século, a História da Ciência se tornou um campo de referência interdisciplinar cujo interesse reside na compreensão da dimensão histórica da ciência. Até então restrita a filósofos e cientistas, as atividades em História da Ciência passaram a ser exercidas por outros grupos, dentre os quais os sociólogos. Surgiu o historiador da ciência profissional e as tensões no interior do campo se voltaram para a influência de fatores externos à ciência no processo de constituição do conhecimento científico.

⁹⁰ Condé (2017, p. 123) aponta que para o segundo Wittgenstein, “a linguagem não é vista apenas como ‘representação’ do mundo, mas, mais que isso, como uma ‘interação’ com o mundo. Sua nova abordagem pragmática baseia-se nas noções de ‘significado como uso’ e ‘jogos de linguagem’”.

Ao longo do século passado, as tendências historiográficas foram se desenvolvendo. Atualmente, no lugar do continuísmo se considera o desenvolvimento da ciência sob a perspectiva descontinuísta; ao invés de macro-histórias, a micro-história; ao invés da clássica narrativa iluminista acerca da origem da ciência moderna, novos estudos que buscam valorizar elementos até então desprezados como o ocultismo e a magia; ao invés de se considerar a evolução das ideias científicas apenas, a inter-relação dessas com fatores sociais.

A análise feita acerca do processo de institucionalização da História da Ciência evidenciou as principais tendências historiográficas, as concepções epistemológicas subjacentes a cada uma delas, bem como em que medida o quadro atual em História da Ciência foi sendo formatado. A partir da análise de Condé (2017), foi mostrado que as posições extremas em História da Ciência – tanto o positivismo quanto o relativismo sociológico – devem ser evitadas. Isto implica em reconhecer que, de fato, os fatores sociais exercem influência sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, ainda que esse mantenha sua autonomia.

Em suma, salvo qualquer posição radical, é possível dizer que a História da Ciência se constituiu num campo interdisciplinar que, ao estudar a dimensão histórica da ciência, não despreza os múltiplos fatores que estão interconectados com essa típica atividade humana. A ciência é uma atividade humana, integrada num contexto mais amplo a que influencia e, em certa medida é influenciada: a cultura.

Com essa análise é possível perceber que o entendimento do objeto de pesquisa da História da Ciência pressupõe uma compreensão epistemológica acerca da Natureza da Ciência, bem como da dinâmica da produção de conhecimento científico. A ideia de historicidade da ciência, assim, é um conceito essencial para uma compreensão clara acerca da História da Ciência; é o substrato epistemológico necessário para fundamentar o campo, ao mesmo tempo que permite sustentar a sua presença nas discussões situadas no âmbito da Didática das Ciências, em particular relacionadas ao ensino de Física, objeto do próximo capítulo.

5 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES, IMPLICAÇÕES E DESAFIOS

A presença da História da Ciência na educação científica, em especial no ensino de Física, tem sido temática de discussão acadêmica nas últimas décadas. O papel desempenhado pelos elementos advindos do campo depende, dentre outros fatores, das finalidades que a escolarização assume. Refletir, portanto, sobre a sua relevância no ensino pressupõe de antemão a compreensão de como a educação científica se articula em termos de finalidades na escolarização básica.

5.1 ALFABETIZAÇÃO NA PERSPECTIVA DO LETRAMENTO COMO PRÁTICA SOCIAL: A META DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Refletir sobre o papel do ensino de Ciências na atualidade implica em analisar como esse pode contribuir para a formação dos jovens estudantes que, em grande parte, encontram no processo de sua escolarização básica a única oportunidade de acesso ao arcabouço teórico dos diferentes campos científicos do conhecimento. Se tomarmos, por exemplo, a Física Escolar, dificilmente o seu ensino de forma isolada e fragmentada tal como se processou ao longo de sua história seria capaz de prover os subsídios necessários para uma formação cidadã crítica, tal como preconizada na atual legislação educacional brasileira.

Em outras palavras, é pouco provável que a abordagem de conceitos ou de leis relacionadas à Biologia, Física ou Química, descomprometida de uma articulação mais consistente com o cotidiano dos estudantes, seja capaz de prover aos jovens as condições necessárias para uma percepção e atuação crítica junto à sociedade. Tampouco esse modelo de ensino tem sido capaz de despertar o interesse nos estudantes, por ser demasiado mecânico e descontextualizado.

Atualmente é consensual que o ensino de Ciências ocupa papel de destaque no processo de escolarização dos estudantes, com vistas ao exercício pleno da cidadania. No Brasil, a atual LDB compreende a educação como dever da família e do Estado. Segundo a referida legislação, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, a educação deve possibilitar o desenvolvimento

pleno do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho.

Ao analisar a importância e a atual necessidade de se promover um ensino de Ciências numa perspectiva cultural, bem como as implicações epistemológicas decorrentes da mudança de foco do ensino de “ciência pura” para “ciência como cultura”, Santos (2009) constata que

Os tratamentos tradicionais da educação científica escolar têm-se ocupado muito pouco de questões relacionadas com cidadania. De igual forma, os tratamentos tradicionais de cidadania ocuparam-se muito pouco de questões relacionadas com o saber científico. Construir ambientes educativos que sejam eles próprios ambientes de cidadania, e permear o ensino substantivo da disciplina de princípios e valores que penetrem em questões relacionadas com alguns conteúdos da ciência, com a sua natureza e estatuto e com o lugar da história da ciência no ensino da ciência, não é subestimar a dimensão conceptual da disciplina mas complementá-la com a dimensão formativa (SANTOS, 2009, p. 534).

Nesse sentido se faz necessário, portanto, a superação do ensino de Ciências que toma para si uma ciência pura, neutra, desconectada de um contexto mais amplo. Tal ensino dito tradicional não contribui para uma formação cidadã, pois desconsidera aspectos e questões que transcendem a organização curricular.

Santos e Schnetzler (2010, p. 30-31) entendem que educar para a cidadania “é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. Isto quer dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia”. Nesse sentido, a escolarização básica deve possibilitar o desenvolvimento da cidadania ativa, essencialmente marcada pelo aperfeiçoamento da faculdade de julgar.

Para os autores, no exercício da cidadania o indivíduo deve ser capaz de inferir dois tipos de juízos: crítico e político. Os juízos críticos seriam aqueles baseados no julgamento daquilo que é universal, em que os critérios já estão estabelecidos (juízos jurídicos e morais), assentando-se no Estado de Direito e nos fundamentos dos Direitos Humanos. Por sua vez, nos juízos políticos, os critérios não se limitam aos estabelecidos universalmente e a solução não se dá em função da aplicação de leis, mas pelo debate entre as diferentes ideias para uma dada questão.

Formar para o exercício pleno da cidadania requer o rompimento com práticas escolares cotidianas, intrinsecamente naturalizadas entre os indivíduos. Demanda um projeto curricular que possibilite ao estudante o acesso aos conhecimentos

historicamente produzidos, seja no âmbito da ciência, da filosofia, das artes e da cultura num sentido amplo. Um currículo escolar que se proponha a formar nessa perspectiva, além de se preocupar com conteúdos, deve se propor a desenvolver nos indivíduos a atitude crítica, a apropriação de valores éticos e a sensibilidade estética. Santos e Schnetzler (2010) argumentam que não é possível formar cidadãos sem desenvolver nos jovens a solidariedade, a fraternidade, a generosidade, a consciência do compromisso social, etc. Os autores entendem que, para tal,

[...] precisamos desenvolver nos jovens brasileiros a consciência histórica de compromisso com o destino da nação, construindo o ideal da busca da sociedade democrática que ainda não temos, que será conquistada por nós, à medida que participamos ativamente da sociedade. É preciso, a todo custo, fazê-los refletir sobre as consequências dos valores paternalistas, clientelistas, buscando, talvez, no nosso jeitinho de resolver os problemas, os mecanismos sociais necessários para se ter a verdadeira cidadania. Acima de tudo, é necessário demonstrar as contradições de nosso capitalismo, ou do modelo neoliberal que nos é imposto. Enfim, é preciso mostrar ao aluno o quanto o consumismo tem nos afastado da coletividade e o quanto temos sido massa de manobra de interesses econômicos, sobretudo pela manipulação dos meios de comunicação de massa (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 41).

Santos e Schnetzler (2010) argumentam ser necessário promover no Brasil uma educação voltada para a formação cidadã, em função do contexto histórico, econômico e cultural de nosso país. Nesse sentido, é fundamental uma educação crítica, que situe o indivíduo frente aos desafios de seu tempo; uma educação que possibilite mobilizar os diversos conhecimentos escolares para as tomadas de decisões que se fazem necessárias em tempos em que o próprio sistema econômico vigente promove o aprofundamento do abismo entre ricos e pobres, ao passo que consome de forma irresponsável os recursos naturais disponíveis. É necessário promover a formação de cidadãos que sejam capazes de exercer **de fato** a sua cidadania, demonstrando a compreensão do seu contexto histórico, das múltiplas relações estabelecidas entre as diversas instituições sociais, bem como se posicionar frente à teia de eventos que os circundam.

Com efeito, o ensino de Ciências se insere nessa perspectiva de formação cidadã atribuída à Educação Básica. Quando abordados a partir de uma perspectiva problematizadora, em que a interdisciplinaridade e a contextualização são tomadas como princípios norteadores do processo de ensino-aprendizagem, os conhecimentos escolares de Física, Química e Biologia permitem desenvolver nos estudantes o

interesse em questões mais amplas, negligenciadas em abordagens pautadas numa perspectiva tradicional.

Em geral, a presença de Ciências Naturais no currículo escolar é relativamente recente quando comparada às Humanidades. Santos (2007) aponta que somente a partir do século XIX a ciência passou a integrar o currículo escolar na Europa e nos Estados Unidos. O autor destaca que é nesse período que foram publicados na Inglaterra e nos Estados Unidos livros e artigos que salientavam a importância de o conhecimento de ciências atingir um público mais amplo.

No contexto brasileiro, é a partir da década de 1950 que, de fato, aumentou a preocupação em relação à educação científica. Krasilchik (2000) destaca que nesse período a sociedade brasileira começou a reconhecer a necessidade de se fomentar uma ciência própria, visando superar a dependência estrangeira, cujo ápice experimentado até então se deu durante a Segunda Guerra Mundial, sobretudo em relação às matérias primas e produtos industrializados. Em relação ao desenvolvimento do ensino de Ciências no Brasil nesse período, Santos destaca que

Esse ensino passou efetivamente a ser incorporado ao currículo escolar nos anos de 1930, a partir de quando começou um processo de busca de sua inovação [...]. Esse processo de inovação teve início com um processo de atualização curricular e depois continuou com a produção de *kits* de experimentos na década de 1950 e com a tradução de projetos americanos e a criação de centros de ensino de ciências na década de 1960, culminando com o início da produção de materiais por educadores brasileiros na década de 1970 (SANTOS, 2007, p. 475).

A presença da educação científica no currículo escolar suscitou o debate em torno de parâmetros mínimos para uma escolarização de qualidade, do qual emergiu o conceito de **alfabetização científica**. Segundo Gil-Pérez e Vilches (2011), na sua forma hoje em voga, esse conceito remonta ao final da década de 1950. Em linhas gerais, os autores (2011, p. 19) entendem que “a ideia de alfabetização sugere uns objetivos básicos para todos os estudantes, que convertem a educação científica em parte de uma educação geral”. Essa visão indica que os objetivos a serem atribuídos à educação científica devem estar em sintonia com os propósitos gerais de uma educação geral, isto é, voltados à formação para a cidadania e para o mundo do trabalho, permitindo também o prosseguimento dos estudos (BRASIL, 1999a).

Sasseron e Machado (2017) entendem que a alfabetização científica corresponde à finalidade do ensino de Ciências, manifestando-se nos estudantes por

meio da capacidade de resolver problemas do dia a dia, a partir dos saberes próprios das Ciências e das metodologias específicas dos campos científicos para a construção do conhecimento. Para os autores, a alfabetização científica é consequência do processo de enculturação⁹¹ científica que deve ser propiciado aos estudantes. Nesse processo, os estudantes seriam inseridos em uma nova cultura: a cultura científica, que possibilitará a formação de senso crítico, subsidiará a tomada de decisões, bem como fornecerá uma visão adequada de ciência e da atividade científica. Salientam os autores que

O alfabetizado cientificamente não precisa saber tudo sobre as Ciências (mesmo para os cientistas isso é impossível!), mas deve ter conhecimento suficiente de vários campos das Ciências e saber sobre como esses estudos se transformaram em adventos para a sociedade (SASSERON; MACHADO, 2017, p. 13).

O conceito de alfabetização científica é um elemento essencial das discussões no âmbito da Didática das Ciências, pois sendo a finalidade da educação científica, norteia o seu ensino. Com vistas a identificar bases necessárias para a promoção da alfabetização científica, Sasseron (2008) reuniu em três eixos as confluências encontradas a partir de revisão de literatura na área de ensino de Ciências. Segundo a autora, é possível encontrar nesses eixos as bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas que visem à alfabetização científica.

Segundo Sasseron (2008), o primeiro eixo refere-se à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e está relacionado com a capacidade de se compreender conceitos-chaves provenientes das ciências com vistas a aplicá-los no dia a dia. Por sua vez, o segundo eixo está relacionado à **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**. Por meio desse eixo, almeja-se compreender a ciência como um corpo de conhecimentos em constante transformação, que se constitui a partir de encaminhamentos tais como processos de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados. Por fim, o terceiro eixo versa sobre o

⁹¹ A expressão “enculturação científica” tem sido utilizada na literatura da área de ensino de Ciências, sobretudo nas discussões sobre alfabetização científica. Neste trabalho será tomada como referência a compreensão de Carvalho (2007), para quem o entendimento da ciência como cultura incorre na compreensão de que seu ensino possui a finalidade de introduzir os estudantes num universo cultural novo, proporcionando a aquisição de novas linguagens e novas visões de mundo, uma vez que a ciência possui suas regras, valores e linguagem próprias.

entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Nesse eixo, a preocupação central está na compreensão de como se dá a aplicação dos saberes constituídos pelas ciências, bem como as suas implicações práticas.

Ao analisar a importância da educação científica na sociedade atual, Gil-Pérez e Vilches (2011) consideram como ponto basilar a participação ativa dos sujeitos nos processos decisórios, cuja formação ampla é demandada. Salientam os autores que a expressão “alfabetização científica” é ambígua e seu significado literal pode transmitir uma visão reducionista do sentido pretendido, voltada apenas para a aquisição de um vocabulário científico. Nesse sentido, os autores indicam que a alfabetização científica deve ser compreendida como uma metáfora, o que permite “enriquecer o conteúdo que atribuímos aos termos, e obriga, ao mesmo tempo, à sua clarificação” (GIL-PÉREZ; VILCHES, 2011, p. 19).

Segundo Gil-Pérez e Vilches (2011), a alfabetização científica se impõe como uma dimensão essencial da cultura de cidadania. Ela se manifesta por meio do desenvolvimento de propostas curriculares orientadas para uma cultura científica, as quais devem contemplar – conforme os autores identificam a partir de Reid e Hodson (1993) - além dos conhecimentos de ciência, dentre outros aspectos, suas aplicações, saberes e técnicas, interação com a tecnologia, questões sociocientíficas, reflexões sobre a Natureza da Ciência e da atividade científica, história da ciência e da tecnologia, resolução de problemas por meio de investigações reais.

Ao proceder uma revisão bibliográfica sobre o significado de alfabetização científica e tecnológica, Santos (2007) tomou como referência artigos da literatura inglesa que empregam o termo “*literacy*”. Segundo o autor, esse termo pode ser traduzido para o português como **alfabetização** ou **letramento**, termos que não são equivalentes entre si. Com base em Soares (1988), Santos (2007) distingue alfabetização de letramento: enquanto o primeiro termo corresponde ao domínio e a apropriação de signos linguísticos (leitura e escrita), o segundo refere-se à condição de quem, além disso, cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita. Para o autor,

[...] uma pessoa alfabetizada, que sabe ler e escrever, pode não ser letrada, caso não faça uso da prática social de leitura, ou seja, apesar de ler, não é capaz de compreender o significado de notícias de jornais, avisos, correspondências, ou não é capaz de escrever cartas e recados. Isso é o que se tem chamado de analfabetismo funcional (SANTOS, 2007, p. 478-479).

Segundo Santos (2007), se faz necessário considerar a perspectiva do letramento científico para enfatizar a função social da educação científica, contrapondo-se ao significado restrito do termo “alfabetização”. Embora reconheça o predomínio da expressão “alfabetização científica” na literatura da área de ensino de Ciências, o autor opta por enfatizar a dimensão do letramento científico em sua análise. Essa opção se justifica em função do predomínio da compreensão equivocada entre os docentes de que a alfabetização científica se restringiria apenas ao domínio da linguagem científica. Para Santos (2007, p. 479), “ao empregar o termo letramento, busca-se enfatizar a função social da educação científica contrapondo-se ao restrito significado de alfabetização escolar”.

O interesse pelo letramento científico não está circunscrito à escola. Santos (2007) menciona que além dos educadores, economistas, jornalistas, cientistas sociais, entre outros, manifestam interesse nessa temática, cada qual com a sua especificidade. Por exemplo, ao passo que os cientistas sociais se voltam para o interesse do público em questões científicas, os economistas estão interessados no crescimento econômico baseado num maior consumo de produtos que demandam conhecimento científico-tecnológico básico. Assim, a temática do letramento científico se torna objeto de interesse para diferentes grupos sociais com diferentes olhares e com diferentes intenções sobre a mesma.

Desse modo, é possível falar em diversas matrizes de argumentos para sustentar o letramento científico na escolarização básica. Santos (2007) destaca o trabalho de Millar (1996), para o qual esses argumentos podem ser agrupados em cinco categorias, cujo espectro engloba desde a visão econômica em que o nível de conhecimento público de ciência é relacionado ao desenvolvimento econômico de uma nação, perpassando pelas visões pragmática, democrática, social e, por fim, a visão cultural, cujo objetivo consiste em socializar o conhecimento científico como produto da cultura.

As análises feitas por Sasseron e Machado (2017), Sasseron (2008), Gil-Pérez e Vilches (2011) e Santos (2007) sobre alfabetização/letramento científico permitem inferir que a educação científica, cuja finalidade seja a enculturação científica, não pode se limitar apenas ao ensino de aspectos puramente científicos, como leis e princípios, mas demanda também a abordagem de outros elementos que contemplem a natureza do conhecimento científico, a prática científica, as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, entre outros.

Nesse sentido, embora a expressão “alfabetização científica” seja predominante na literatura da área de ensino de Ciências e que os autores consideram-na como uma metáfora que abarca elementos necessários para uma enculturação científica (não possuindo um entendimento circunscrito ao significado restrito do termo “alfabetização”), a defesa da ênfase do letramento científico como prática social feita por Santos (2007) é de suma importância, pois, segundo o autor, ainda parece um mito distante da prática de sala de aula.

Mais do que uma discussão semântica, a distinção entre alfabetização e letramento para Santos (2007, p. 487) “evoca processos escolares que busquem formas de contextualização do conhecimento científico em que os alunos o incorporem como um bem cultural que seja mobilizado em sua prática social”. Desse modo, considera-se necessário destacar a dimensão do letramento ao se referir à alfabetização científica. Assim, um ensino que produza a enculturação científica nos estudantes é aquele que garante a **alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social**, cuja essência está articulada na literatura apresentada anteriormente.

A construção de propostas curriculares é influenciada pela compreensão que se tem da função social da escolarização básica. No que se refere à educação científica, as visões elencadas por Santos (2007) – econômica, pragmática, social e cultural - são consideradas fatores de influência no processo de planejamento. Considerando o Ensino Médio enquanto etapa final da escolarização básica, as propostas elaboradas para a abordagem de conhecimentos escolares de Física, Química e Biologia podem dar muita ênfase para conceitos e leis científicas, caso o interesse esteja centrado na formação estrita de futuros cientistas, ou a ênfase pode ser dada para a função social da ciência e os aspectos éticos decorrentes, caso o interesse esteja voltado para a formação do cidadão crítico, consciente de seu papel social.

Com vistas ao desenvolvimento da alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, se faz necessário articular propostas curriculares que englobem as dimensões da ciência, tecnologia e sociedade para a educação científica. Inspiradas no movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS), cuja origem se deu na segunda metade do século XX em função dos desdobramentos geopolíticos decorrentes do desfecho da Segunda Guerra Mundial, do uso indiscriminado da tecnologia e a conseqüente ameaça ao meio ambiente, tais propostas buscaram

romper com visões ingênuas e equivocadas sobre as relações entre ciência e tecnologia, suas implicações sociais no desenvolvimento científico e tecnológico, sobre a Natureza da Ciência, entre outras.

Essa perspectiva contextualizada pode ser considerada como educação científica com enfoque CTS e visa superar o modelo tradicional de ensino de Ciências, ainda presente na atualidade. Aikenhead (1994) destaca que um currículo orientado por esse enfoque visa, não apenas a formação de futuros quadros de cientistas⁹² e engenheiros, mas também a formação dos demais cidadãos, para os quais é necessária uma formação escolar que lhes capacite para participar dos processos decisórios. Nessa perspectiva, a ciência deve ser abordada de forma contextualizada, tanto em sua dimensão interna (sua história, sua epistemologia, etc.), quanto em sua dimensão externa (questões sociais, interação entre ciência e tecnologia, etc.).

Defensor do enfoque CTS como forma concreta de conduzir ao letramento científico como prática social, Santos (2007) destaca que se faz necessário observar três aspectos na constituição de propostas curriculares: a Natureza da Ciência, a linguagem científica e aspectos sociocientíficos. Desses três aspectos, a abordagem da Natureza da Ciência é fundamental de acordo com o autor para a compreensão de suas implicações sociais. Vista como atividade humana, a ciência se revela produtora de conhecimentos provisórios, em cujo bojo esteve marcado historicamente por controvérsias.

Para uma compreensão adequada sobre a Natureza da Ciência se faz necessário articular conhecimentos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência no currículo escolar. Nessa concepção, a educação científica, pautada pela alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, cujo interesse não resida apenas na formação incompleta do futuro cientista, mas também do futuro cidadão, demanda não apenas a abordagem de conhecimentos científicos, mas também de conhecimentos sobre a ciência. Essa concepção encontra na História da Ciência uma provedora de subsídios por excelência.

⁹² Gil-Pérez e Vilches (2011) analisam as tensões que decorrem em torno da finalidade da educação científica: formação de cidadãos ou de futuros cientistas. Esses autores destacam que a ideia de formar para a cidadania gera muita resistência em muitos professores, para os quais a formação de cientistas e tecnólogos é essencial. Para os autores, entretanto, a formação escolar centrada apenas em aspectos conceituais é igualmente criticável na formação de futuros cientistas, por transmitir uma imagem deformada e empobrecida da ciência e da prática científica.

Pautada por esses pressupostos, pode-se afirmar que a educação científica está em consonância com o ideal de democratização do ensino, pois possibilita aos estudantes a enculturação científica.

5.2 UM RETROSPECTO DAS RELAÇÕES ENTRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Na intenção de se construir propostas curriculares em que a enculturação científica seja possível, a História da Ciência tem sido buscada no sentido de contribuir também para a ampliação dos horizontes no ensino de Ciências. Há necessidade, entretanto, de compreender em que medida tais contribuições se evidenciam, as implicações epistemológicas e metodológicas que decorrem de sua presença no ensino, bem como alguns desafios que se estabelecem a partir da parceria entre História da Ciência e Educação Científica.

Atualmente é consensual na literatura da área de Ensino de Ciências que a História da Ciência representa uma provedora de recursos que auxiliam no favorecimento de uma educação crítica, possibilitando o entendimento da Natureza da Ciência e de suas relações com a tecnologia e com o contexto social, contribuindo com isso para a formação de sujeitos aptos ao exercício de sua cidadania. Entretanto, convém ressaltar que as razões iniciais que motivaram a História da Ciência no ensino são bem distintas das que são consideradas válidas hoje em dia.

A tomada de consciência da importância do uso da História da Ciência na Educação Científica se deu ao longo da segunda metade do século XX, ganhando especial atenção a partir da década de 1980. Esse processo esteve em sintonia com a conjuntura social e política que marcou o Ocidente e, também, com o próprio desenvolvimento da História da Ciência como um campo de pesquisa.

Embora as discussões sobre a sua presença no ensino se deram na segunda metade do século XX, registros documentados apontam que o uso de história da ciência em sala de aula é de longa data, sugerindo a existência de uma tradição na incorporação de elementos históricos no ensino. Medeiros (2007) menciona que, em Portugal, o padre Teodoro de Almeida fazia o uso de história da ciência como recurso pedagógico no século XVIII. Por sua vez, Sequeira e Leite (1988) destacam que no final do século XIX alguns professores ingleses incluíam elementos de história da ciência em suas aulas, pois acreditavam que isso motivaria os seus alunos. Kragh

(2001) aponta que o interesse crescente pela História da Ciência ao final do século XIX - o que levaria aos poucos ao processo de institucionalização do campo - se deu em parte em função de seu valor pedagógico, reconhecido sobretudo por expoentes como Mach e Duhem.

Convém ressaltar que, embora a produção em História da Ciência tenha despertado interesse para o ensino de Ciências, sobretudo como elemento motivador, as reais intenções em relação ao seu uso tenham variado com o passar do tempo. Nos primórdios de sua institucionalização enquanto campo de pesquisa, a História da Ciência era utilizada para a própria legitimação da ciência frente as outras formas de apreensão do conhecimento, o que atualmente é inconcebível em função das perspectivas historiográficas em vigor.

5.2.1 O contexto internacional ocidental

No âmbito internacional, as recomendações quanto à presença da História da Ciência no ensino se inserem num contexto mais amplo, de discussões travadas sobretudo a partir do final da Segunda Guerra Mundial. Nesse período, a atividade científica já havia assumido novas dimensões, decorrentes de profundas mudanças ocorridas em relação à ciência. Tais alterações foram evidenciadas nos financiamentos feitos, tanto pelo setor público quanto pelo setor privado, em projetos de grande porte, que, por sua vez, tiveram impacto durante e após o conflito⁹³. Videira (2004) aponta que a Segunda Guerra Mundial contou com a forte presença de cientistas e não apenas de soldados. Segundo o autor (2004, p. 280), “a ciência desempenhou um papel fundamental no curso e no “resultado” da Segunda Guerra Mundial, podendo, talvez ser apontada como a responsável pelo seu resultado final”.

⁹³ Essas mudanças em parte foram caracterizadas pela crescente influência do Estado e de setores da sociedade na atividade científica, cuja complexidade e dependência (de investimentos, estrutural, formação de recursos humanos, etc.) foi aumentando ao longo do século XX. Nesse sentido, pode-se considerar que a atividade científica é um processo coletivo, no qual atuam diversos atores oriundos dos mais variados segmentos da sociedade, o que permite estabelecer uma relação com o pensamento de Fleck sobre o coletivo de pensamento. O processo de desenvolvimento da ciência é coletivo, isto é, por mais que a ideia parta de um indivíduo é no coletivo que sua validação (demonstração, investigação experimental, etc.) será levado adiante e, inclusive, dependerá de condições materiais inacessíveis muitas vezes a um cientista isolado. Um exemplo seria o aparato estrutural do Grande Colisor de Hádrons (LHC) da Organização Europeia para Pesquisa Nuclear (CERN), condição necessária para os físicos de partículas desenvolverem suas teorias atualmente.

Até então desconhecida pela sociedade civil, a ciência passou a ser objeto de atenção com o fim do conflito em 1945. O uso desproporcional do poderio bélico pelos Estados Unidos para forçar a rendição do Japão em agosto de 1945 e, ao mesmo tempo, como forma de exibir sua força militar às demais nações, mostrou à comunidade internacional algo que não se conhecia até então: o poder destrutivo provocado pelos artefatos nucleares, desenvolvidos com base nos recentes estudos de Física Nuclear.

Contrariando a visão iluminista de que a ciência proveria a felicidade e o bem-estar comum, os acontecimentos registrados ao longo da primeira metade do século XX, em especial durante a Segunda Guerra Mundial, mostraram o oposto e trouxeram-na para o centro das atenções da sociedade. Segundo Videira (2004), a percepção social sobre a ciência nesse período foi ambígua, uma vez que a ciência ao mesmo tempo em que era vista como benéfica, em função da geração de frutos positivos que proporcionava, mostrava um potencial assustador, pois poderia contribuir para a geração de artefatos com alto poder de destruição.

Até então inexistente, a tônica das relações entre a atividade científica e a opinião pública se mostrou importante variável para as políticas públicas tanto de países industrializados, quanto de países em vias de industrialização. Em relação a isso, Videira observa que

Se para países como Estados Unidos, Inglaterra e União Soviética, a questão que se colocava era a de como impedir que a ciência passasse a ser objeto de desconfiança e crítica; para outros países, como Brasil e Argentina, a situação que então se apresentava era algo diferente. Para esses dois últimos países, e o mesmo pode ser considerado válido para a Índia e para a China, a questão que se colocava dizia respeito à “súbita” conscientização que setores das suas intelectualidade e elite político-acadêmica passaram a mostrar para com o fato de que a ciência transformara-se no principal fator de desenvolvimento econômico (VIDEIRA, 2004, p. 281).

Segundo o autor, o contexto que se seguiu ao final da Segunda Guerra Mundial nos países desenvolvidos foi marcado pelo ceticismo e pela desconfiança em relação à atividade científica, expressos por meio de inúmeras críticas de setores da sociedade civil. As críticas se deram em função da tomada de consciência por parte da sociedade de que a atividade científica financiada com recursos públicos estava contribuindo para o desenvolvimento de artefatos bélicos com amplo poder de destruição que, pela primeira vez, colocariam em risco a própria existência dos ecossistemas e, por conseguinte, das sociedades humanas. Esse quadro acarretou

perda de apoio popular frente aos investimentos feitos pelo Estado em ciência, o que preocupou o poder público, uma vez que tal apoio era essencial, justamente para legitimar os aportes crescentes para atender à demanda de investimentos necessários em ciência e tecnologia no contexto de Guerra Fria que se seguiu a partir da década de 1950.

Vista como fator de desenvolvimento, a atividade científica se deparou com contextos diferentes no início da segunda metade do século XX. Segundo Videira (2004), enquanto que nos Estados Unidos a necessidade da continuidade do apoio à ciência era fundamental, no Brasil⁹⁴ se fazia necessário colocá-la num lugar em que pudesse participar ativamente das forças produtivas, econômicas e culturais. Aponta o autor que em ambos os casos, percebeu-se que a História da Ciência poderia contribuir no intuito de superar as dificuldades, pois exerceria o papel de ponte⁹⁵ entre a esfera de produção do conhecimento científico e a sociedade em geral.

De acordo com Videira (2004), a educação formal do início da segunda metade do século XX apresentava fragilidades, na medida que grande parte da população escolarizada era incapaz de se posicionar frente a questões científicas presentes em seu dia a dia. Isso se devia em grande parte à própria natureza dos conceitos científicos. Como forma de superar essa dificuldade, cientistas e administradores promoveram a divulgação científica, no intuito de comunicar uma imagem “adequada” da ciência ao público leigo.

O autor aponta que a divulgação científica e a comunicação pública da ciência foram duas estratégias adotadas inicialmente na tentativa de aproximar a opinião pública da ciência. Historiadores da ciência participaram dessa última em várias partes do mundo, produzindo materiais por meio dos quais apresentavam ao público leigo o que consistia a ciência e como ela se desenvolveu. Segundo o autor, revistas famosas passaram a publicar, de forma regular, artigos sobre temáticas de História da Ciência,

⁹⁴ Quando comparado aos Estados Unidos e à Europa, o contexto dos países sul-americanos era marcado pela pouca presença da ciência. Nesse período, o Brasil estava experimentando uma transformação, marcada pela superação gradual de um modelo agrário-exportador para um modelo industrial-desenvolvimentista. Conforme aponta Videira (2004), a conscientização social da importância da ciência era essencial para alavancar o desenvolvimento econômico do país. Entretanto, no contexto brasileiro o investimento em educação era incipiente e o sistema de ensino brasileiro incapaz de prover à população como um todo escolarização de qualidade.

⁹⁵ Videira (2004) salienta que esse processo possibilitou o crescimento da História da Ciência, bem como o aumento de sua visibilidade. O interesse pode ser notado, por exemplo, nos Estados Unidos quando da publicação de *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), que rendeu a Kuhn, segundo Condé (2017), uma grande visibilidade, uma vez que essa obra teve ampla tiragem, sendo uma das mais difundidas nesse período.

destacando-se *Scientific American*, *La Recherche* e *Ciência Hoje* como os principais periódicos.

A respeito do contexto britânico do início da segunda metade do século XX, Videira (2004) destaca o impacto causado pela conferência proferida pelo físico Charles Percy Snow (1905-1980) ao final da década de 1950. Por meio da conferência *As duas culturas*, Snow abordou o atual estágio de desenvolvimento da ciência, sem precedentes até então, e o conseqüente fosso que havia entre a cultura humanística e a cultura científica, que “fora criado pelo temor que a ciência provocava não apenas entre aqueles que estavam fora do mundo da ciência mas também entre os próprios cientistas” (VIDEIRA, 2004, p. 286). Em suma, essa cisão colocou em risco o desenvolvimento da ciência, bem como o da própria sociedade ocidental em sua estrutura atual, se fazendo necessário superá-lo. Embora Snow não tenha sugerido explicitamente, a ideia de que a História da Ciência àquele tempo lhe capacitaria para essa função começou a ganhar força.

Em paralelo, no contexto estadunidense destacou-se a atuação do químico e administrador científico James Conant (1893-1978) na defesa do ensino de História da Ciência nos cursos superiores. Reitor da Universidade de Harvard, Conant entendia que era necessário reorganizar o sistema de ensino dos Estados Unidos, de forma a garantir o uso intensivo da história da ciência. Segundo Videira (2004), Conant⁹⁶ acreditava que, em geral, as pessoas tinham mais facilidade para aprender os conteúdos das disciplinas científicas se esses fossem abordados de acordo com uma perspectiva histórica e não lógica ou epistemológica. Videira observa que, para Conant⁹⁷, importava não apenas a formação de futuros cientistas, mas também a formação universitária das outras áreas como um todo em que as pessoas pudessem ter uma melhor compreensão sobre a ciência.

Durante a Guerra Fria, os Estados Unidos exerceram forte influência geopolítica sobre os países latino-americanos, dentre os quais o Brasil. Políticas educacionais estadunidenses desenvolvidas nesse contexto foram exportadas para o

⁹⁶ Na Universidade de Harvard, Conant exerceu forte influência e sua atuação foi decisiva para a criação de cadeiras de História da Ciência em cursos universitários. Convém destacar aqui que o trabalho desse cientista em defesa da História da Ciência influenciou Thomas Kuhn no início de suas atividades como historiador.

⁹⁷ Segundo Matthews (1995), a importância de Conant esteve em tornar a História da Ciência popular a partir da publicação de relatórios oficiais e *best-sellers*, dentre os quais se destaca *Compreendendo a Ciência, uma abordagem histórica* (1947).

Brasil, influenciando em certa medida o ensino de Ciências. Assim, foram gestados projetos curriculares inovadores que buscaram reorientar⁹⁸ o ensino de Ciências, dando centralidade ao conteúdo científico. Krasilchik (1987, p. 6) aponta que esses projetos “alteraram os programas das disciplinas científicas nos Estados Unidos e, posteriormente tais modificações ocorreram também nos países europeus, bem como em outras regiões influenciadas por essas tradicionais metrópoles culturais”.

Segundo a autora, a meta das aulas desse período estava centrada na ideia de “aprender fazendo”, em que se buscava dar ao jovem da escola secundária condições de se apropriar da racionalidade da atividade científica. Entretanto, conforme aponta Krasilchik (2000, p. 89), “na fase dos projetos de 1ª geração, a Ciência era considerada uma atividade neutra, isentando os pesquisadores de julgamento de valores sobre o que estavam fazendo”. Influenciada pelo neopositivismo, a concepção predominante de História da Ciência prevaleceu nas discussões acerca do ensino de Ciências desse período.

Por sua vez, a década de 1960 – período em que se deu o ápice da Guerra Fria – foi marcada pela democratização do ensino, em que não apenas se visou a formação do futuro cientista, mas também do cidadão comum que conviveria com o produto da ciência e da tecnologia. Nesse sentido, Krasilchik (1987) salienta que os grandes projetos incorporaram mais um objetivo: possibilitar a vivência do método científico como elemento essencial para a formação do estudante, que não necessariamente viria a se tornar um cientista. Tal mudança visava valorizar a participação do estudante na elaboração de hipóteses, identificação do problema e análise de resultados obtidos. Com base em Duschl, Matthews (1995) aponta que as principais reformas curriculares de Ciências dessa década ocorreram sem qualquer participação de historiadores e filósofos da ciência, e a maioria sem a participação de professores (as exceções segundo o autor seriam o Projeto de Física de Harvard e as versões do BSCS).

Krasilchik (2000) aponta que novas demandas sociais foram trazidas para a educação secundária ocidental entre 1960 e 1980. Os impactos ambientais provocados pela ostensiva atividade industrial, a crise energética e a efervescência

⁹⁸ A primeira geração dos projetos curriculares nos Estados Unidos foi originada nas sociedades científicas com apoio governamental e o PSSC é um exemplo de produção desse período, juntamente com projetos similares desenvolvidos para o ensino de Química - *Chemical Bound Approach* (CBA) e Biologia – *Biological Science Curriculum Study* (BSCS).

manifestada em diversos movimentos sociais determinaram profundas alterações nas propostas curriculares das disciplinas científicas. A autora aponta que

A preocupação com a qualidade da 'escola para todos' incluiu um novo componente no vocabulário e nas preocupações dos educadores, 'a alfabetização científica'. A relação ciência e sociedade provocou a intensificação de estudos da história e filosofia da ciência, componentes sempre presentes nos programas com maior ou menor intensidade servindo em fases diferentes a objetivos diversos (KRASILCHIK, 2000, p. 89).

Segundo a autora, a conjuntura apontada nesse período suscitou uma nova questão a ser trabalhada no ensino: as implicações sociais do desenvolvimento científico. Essa questão encontra-se em sintonia com os pressupostos do movimento CTS, cujo desenvolvimento se deu na década de 1960. Surgiu aí um terreno fértil para que a História da Ciência pudesse contribuir efetivamente ao ensino secundário, sobretudo no processo de enculturação científica via alfabetização na perspectiva do letramento como prática social.

Entretanto, as demandas apresentadas à educação formal dos Estados Unidos a partir da década de 1950 não foram atendidas de forma satisfatória, o que levou ao agravamento da crise no ensino de Ciências nas décadas que se seguiram. Segundo Krasilchik (2000), o desempenho dos estudantes daquele país nas avaliações internacionais motivou no início da década de 1980 a redação do documento *A Nation at Risk* (Uma nação em risco) o qual, devido ao seu grande impacto, se tornou o epicentro das críticas ao sistema educacional, motivando novas tentativas de reformas que acabaram repercutindo em âmbito internacional.

Ao analisar o contexto da década de 1980 em que a crise do ensino de Ciências assume dimensões internacionais, Matthews (1995) compreende a crise como consequência do afastamento entre a Educação Científica e a História e Filosofia da Ciência. Segundo o autor, tal crise era evidenciada pela evasão de estudantes e professores das salas de aula, bem como pelos elevados índices de analfabetismo em ciências. Matthews defende que parte da solução do problema poderia ser obtida por meio de uma reaproximação do ensino de Ciências com a História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Segundo o autor, esses campos do conhecimento

[...] não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais,

éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tomar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Segundo Matthews (1995), as discussões sobre a inserção de elementos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência no ensino de Ciências ganharam força na segunda metade da década de 1980 nos Estados Unidos e na Inglaterra. Tanto o Conselho Britânico de Currículo Nacional, quanto a Associação Americana para o Progresso da Ciência publicaram nessa década estudos que convergiram entre si, buscando constituir currículos mais contextualizados, mais históricos e reflexivos. O documento *Projeto 2061* (Estados Unidos) reconhece, por exemplo, que é necessário reorientar o ensino de Ciências em sua prática através da produção de materiais didáticos, formação inicial e continuada de professores e, inclusive, promover uma redução na quantidade de conteúdos científicos a serem contemplados nos currículos.

5.2.2 História da Ciência e ensino no contexto brasileiro

Tal como conhecemos atualmente no Brasil, o reconhecimento oficial da importância da História da Ciência no ensino é relativamente recente, remontando à década de 1990. Motivado em parte pelas produções acadêmicas em âmbito internacional e nacional, esse reconhecimento passou a ser evidenciado nos documentos curriculares orientadores produzidos a partir de então.

Ao longo do século passado, o uso didático da História da Ciência começou a ser previsto e recomendado no intuito de se reforçar aspectos essenciais no ensino de Ciências, ainda que de forma sutil inicialmente. Diversas perspectivas foram constituídas ao longo das décadas e por meio delas se buscou na historiografia da ciência elementos para serem incorporados ao ensino. Nesse sentido, Martins et al. (2014) destacam que no contexto da educação brasileira, em diferentes momentos, foram feitos diferentes usos tanto da História como da Filosofia da Ciência. Interesses

relacionados à finalidade do ensino bem como à compreensão do papel da História da Ciência determinaram, em grande parte, o sentido de seu uso.

No Brasil, a utilização da História da Ciência no ensino esteve em sintonia com o próprio desenvolvimento do campo de referência, bem como com a tendência pedagógica hegemônica vigente para o ensino de Ciências. Ao analisar em que medida as tendências pedagógicas presentes no contexto da educação brasileira do século XX possibilitaram interfaces com a História da Ciência, Beltran et al. (2014)⁹⁹ apontam que o ensino de Ciências no Brasil da primeira metade do século XX esteve fortemente vinculado aos pressupostos da perspectiva historiográfica tradicional da História da Ciência.

Segundo os autores, nesse contexto é possível notar grande aproximação entre os ideais da pedagogia tradicional com os pressupostos da historiografia tradicional da ciência. Em outras palavras, o recurso à historiografia da ciência produzida até então era visto como fonte de motivação para o ensino, ao mesmo tempo em que cumpria um papel legitimador na abordagem dos conceitos científicos. Tal característica pode ser evidenciada, por exemplo, no programa da disciplina de Química do ciclo fundamental do ensino secundário, publicado em portaria específica em 1931, no âmbito da Reforma Francisco Campos. Segundo o documento,

Ao professor ainda compete referir, abreviadamente, a propósito das descobertas mais notáveis da Química, a evolução dos seus conceitos fundamentais através dos tempos, revelando aos alunos os grandes vultos da sua história, a cuja tenacidade e intuição deve a civilização contemporânea, além da satisfação espiritual de dilatar o conhecimento do mundo objetivo, o concurso dos processos químicos em benefício da saúde, das comodidades da vida, da defesa e do desenvolvimento econômico das nações (BRASIL, 1942c, p. 172).

Por sua vez, o programa da disciplina de Física contido na referida portaria expressa a recomendação de se evitar a exposição dos estudantes às teorias obsoletas e especulativas. O documento recomenda a abordagem retrospectiva ao final do curso quando os estudantes estiverem orientados pelo conhecimento da disciplina, com vistas a compreender melhor o quadro em que se encontra a ciência até então desenvolvida. De acordo com a proposta de Física,

⁹⁹ Além da presença da pedagogia tradicional, os autores identificam a predominância de outras quatro tendências pedagógicas no Brasil ao longo do século XX: renovada; tecnicista; centrada em preocupações sociais e políticas; construtivista.

As teorias físicas e as generalizações científicas só serão expostas ao termo do curso, num resumo retrospectivo, quando os alunos, já orientados pelo conhecimento geral da disciplina, tiverem adquirido o necessário espírito de crítica, evitando-se contudo, a insistência inútil sobre as hipóteses obsoletas e as teorias de interesse meramente especulativo. Nessa fase será vantajoso e instrutivo o concurso do processo histórico, que revelará não só as tendências do espírito humano, na evolução dos conceitos e dos princípios científicos, como as correlações entre as demais disciplinas e a Física, cujo desenvolvimento atual, tornando-se cada vez mais objetivo, se adianta, aos poucos, por meio de correlações e de acréscimos sucessivos. E, assim, revelados pela história os limites já transpostos pela ciência, terão os alunos uma impressão dos problemas que à Física ainda incumbe resolver para o maior bem-estar da vida e o prazer espiritual de penetrar, de mais em mais, ao conhecimento da natureza (BRASIL, 1942c, p. 169).

Percebe-se que em ambas as disciplinas citadas, a historiografia tradicional da ciência cumpria papel legitimador do conhecimento científico, pois destacava o caráter linear e progressivo da evolução da ciência rumo à atualidade, enfatizando os grandes “gênios” que protagonizaram essa evolução, desconsiderando assim a complexidade das controvérsias científicas que de fato ocorreram. O rol de conteúdos programáticos elencados corresponderia ao suprassumo do conhecimento científico desenvolvido até então, visto como definitivo, ao contrário das tendências historiográficas atuais em História da Ciência.

Em relação ao papel da História da Física no desenvolvimento dos programas escolares no âmbito da Reforma Capanema, a Portaria nº 1.045/1951 - documento que versa, entre outros pontos, sobre instruções metodológicas para a execução do programa da disciplina - recomenda que:

[...] a parte histórica da Física deve ser tratada com maior brevidade, tirando o professor dos seus fatos o proveito necessário para a boa compreensão do método científico e para o fim elevado de desenvolver nos alunos a sua personalidade moral, mostrando como a ciência conduzia a vida de alguns grandes homens, nobilitando lhes o caráter, tornando-os notáveis pelas suas virtudes, pelo seu espírito de sacrifício, pelo devotamento com que se entregavam ao estabelecimento da verdade (BRASIL, 1952f, p. 597).

Tal visão, embora equivocada quando considerada em termos de tendências educacionais atuais, encontra-se em sintonia com o contexto ideológico do final da primeira metade do século XX. Essa visão, contudo, é precária à medida que reconhece na historiografia da ciência hegemônica em seu contexto, uma provedora de motivações morais baseada na figura de cientistas ilustres que trilharam um caminho virtuoso rumo à verdade, baseados na aplicação rigorosa do método científico.

O papel secundário, periférico e pretensamente utilitário atribuído à História da Ciência mostra que o ensino da Física visava, antes de tudo, iniciar os estudantes na esfera dessa ciência, se valendo inclusive do uso de estratégias que distorciam a trajetória histórica do conhecimento com vistas a facilitar a compreensão do seu arcabouço conceitual atual, considerado como verdade absoluta.

A respeito da presença de História da Ciência nos projetos curriculares dos anos 1960 (PSSC, BSCS e CBA), Beltran et al. (2014) comentam que nas raras vezes em que alguma menção à História da Ciência aparece nos textos, elas se resumiam a biografias de cientistas, ancoradas na visão de ciência como progresso contínuo. Como consequência disso, a visão de ciência repassada aos estudantes era socialmente neutra.

As negligências cometidas no processo de adoção dos projetos curriculares estadunidenses no Brasil contribuíram para suscitar o debate sobre a necessidade de se produzir materiais didáticos adequados ao contexto nacional. Martins et al. (2014) destacam que, sob o contexto das reformas educacionais no início da década de 1970, em particular com o PREMEN, surgiram projetos próprios de ensino de Ciências. Em particular, referente à Física esses autores destacam a existência de três iniciativas cujo foco se centrava no estudante. Destas, duas – Física Auto Instrutiva (FAI) e Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) - incorporavam elementos de história da Física. Entretanto, Beltran et al. (2014) destacam que nos projetos inovadores brasileiros desse período, a presença da História da Ciência foi mínima.

Convém salientar que o contexto pedagógico da década de 1970 foi marcado pelo predomínio da tendência tecnicista, pautada pela instrução programada, modelo também importado dos Estados Unidos. Nesse contexto, o potencial educativo apresentado pela História da Ciência também foi desconsiderado, sobretudo em função das demandas sociais apresentadas à escola exigirem apenas formação técnica e instrumental do estudante.

Beltran et al. (2014) destacam que, assim como a tendência tecnicista não propiciou espaço para a inserção efetiva da História da Ciência no ensino, as tendências progressistas em voga no contexto de redemocratização brasileira na década de 1980 – pedagogia freireana e crítica social dos conteúdos - também não o fizeram, embora possuíssem matrizes ideológicas diametralmente opostas ao tecnicismo. A respeito desse ponto, pode-se entender que essas tendências por si só não representaram um entrave à presença da História da Ciência no ensino e que o

contexto relacionado à década de 1980 era marcado por: (i) debates no âmbito internacional sobre a importância de se ressignificar o ensino de Ciências, sobretudo com a reaproximação entre História da Ciência e ensino, visando superar a crise internacional (Matthews,1995); (ii) discussões sobre formação de conceitos e mudanças conceituais no ensino, que buscaram estabelecer paralelos entre as teorias psicológicas de aprendizagem e aspectos epistemológicos, históricos e sociológicos do conhecimento (Martins et al., 2014); (iii) Forte presença do caráter instrumental no ensino de Ciências, que reduzia o papel da História da Ciência a mera complementação motivacional.

Por sua vez, a década de 1990 foi marcada pela preocupação em articular o ensino de Ciências com a formação para a cidadania. Tal fato se deu em função das discussões ocorridas em âmbito internacional sobre Educação Científica, sobretudo a partir da década de 1980, que trouxeram a necessidade de se considerar além dos conteúdos **de** ciências, aspectos **sobre** ciências, visando a formação dos cidadãos para as sociedades democráticas. Isso trouxe uma possibilidade concreta para a presença da História da Ciência no ensino.

No Brasil, a partir da vigência da atual LDB, os documentos curriculares nacionais publicados passaram a destacar a importância da presença de aspectos socio-históricos do conhecimento nas propostas curriculares, sendo que os PCN expressam a necessidade de se promover a contextualização no ensino de Ciências. É por meio do terceiro grupo de competências (contextualização sociocultural) que se evidencia, no âmbito da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a necessidade de se articular o conhecimento científico em sua dimensão epistemológica e histórica com o desenvolvimento tecnológico e os impactos sociais e ambientais, ainda que timidamente presentes no documento. Nesse sentido, a História da Ciência passa a ser vista como um importante recurso. A esse respeito, o documento aponta que

A compreensão da relação entre o aprendizado científico, matemático e das tecnologias e as questões de alcance social são a um só tempo meio para o ensino e objetivo da educação. Isso pode ser desenvolvido em atividades [...] ou se analisando historicamente o processo de desenvolvimento das Ciências e da Matemática. Nessa medida, a história das Ciências é um importante recurso. A importância da história das Ciências e da Matemática, contudo, tem uma relevância para o aprendizado que transcende a relação social, pois ilustra também o desenvolvimento e a evolução dos conceitos a serem aprendidos (BRASIL, 1999d, p. 269).

É importante frisar que, embora os PCN reconheçam a importância de se ensinar Ciências por meio da interdisciplinaridade e da contextualização, com a consequente valorização da presença da História da Ciência, as competências e habilidades elencadas no âmbito da área não abarcaram de uma maneira satisfatória os elementos necessários para uma formação cidadã, tal como discutida na primeira parte deste capítulo. Isso pode ser exemplificado com a competência sociocultural relacionada ao ensino de Ciências que estabelece a necessidade de “compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático” (BRASIL, 1999d, p. 217). Embora reconheçam a importância de se compreender a dimensão histórica do conhecimento científico, as habilidades associadas a essa competência deixam em aberto aspectos importantes para uma formação crítica sobre a natureza do conhecimento científico, ao mesmo tempo em que carregam um viés pragmático.

As PCN+, por sua vez, aprofundaram para cada área de conhecimento os pressupostos contidos nos PCN, bem como indicaram para cada disciplina escolar um conjunto de temas estruturadores a serem contemplados nas propostas curriculares. Cada tema estruturador foi organizado a partir de unidades temáticas, por meio das quais se buscou explicitar os objetivos que deveriam ser atingidos para promover o desenvolvimento das competências e habilidades citadas. Embora esse documento reafirme a importância de se recorrer à História da Ciência no ensino, o mesmo não articula de forma clara como isso vai ocorrer na prática, sobretudo considerando os objetivos elencados nas unidades temáticas.

Publicadas em 2008, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) seguem na mesma linha dos PCN e das PCN+ quanto ao reconhecimento da importância da História da Ciência para o ensino. Em especial, na seção “Conhecimentos sobre Física” o documento traz o entendimento de que “o uso da história da ciência para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como construção humana” (BRASIL, 2008, p. 64). Entretanto, assim como os PCN e PCN+, as OCEM não avançam no debate em relação à inserção da História da Ciência no currículo escolar, limitando-se apenas ao reconhecimento de sua importância para o ensino.

É importante destacar que, apesar de suas eventuais limitações, os documentos curriculares nacionais produzidos nos últimos vinte anos expressam a

importância de se considerar o potencial da História da Ciência para que o ensino de Ciências possa contribuir na formação dos estudantes, conforme preconizado pela atual LDB. Redigidos por membros de grupos de pesquisa em ensino de Ciências, esses documentos carregam consigo compreensões amadurecidas no âmbito da pesquisa em Ensino a respeito da importância da História da Ciência.

De acordo com Martins et al. (2014), as primeiras pesquisas acadêmicas e projetos que visaram englobar aspectos de História da Ciência no ensino surgiram no Brasil na década de 1970. O reconhecimento consensual da importância dessa abordagem se deu ao longo da década de 1980, tornando-se temática de diversas dissertações e teses acadêmicas a partir de então, motivando a sua incorporação nos documentos oficiais subsequentes.

Tal movimento esteve em sintonia com o desenvolvimento da própria História da Ciência no Brasil. Martins et al. (2014) mencionam a respeito que o campo se desenvolveu em nosso país a partir da década de 1970, com o estímulo de que o seu estudo poderia fomentar políticas científicas. Vários pesquisadores se formaram nesse contexto, com a consequente criação dos primeiros programas de pós-graduação.

Segundo os autores, o primeiro programa de pós-graduação específico de História da Ciência foi criado em 1997 na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). O segundo programa foi criado em 2000 na Universidade Federal da Bahia (UFBA), com forte ênfase no ensino de Ciências. Atualmente no Brasil existem diversos grupos de pesquisa no âmbito da pós-graduação dedicados ao estudo das relações entre História da Ciência e Educação em Ciências. Profissionais de diversas formações, entre os quais historiadores da ciência e professores da Educação Básica e Superior, se dedicam a investigar, à luz dos pressupostos educacionais que norteiam o ensino de Ciências e das tendências historiográficas atuais, possibilidades de integração entre História da Ciência e ensino.

Nesse sentido, Forato et al. (2014) mencionam a existência de diversas linhas de pesquisa no país dedicadas ao estudo da temática, sobretudo em instituições como a UEB, UFRN, USP, UFSC, PUC-SP, UFABC, entre outras. Como consequência da atividade acadêmica, a quantidade de publicações tem crescido nas últimas décadas, sobretudo em periódicos especializados nessa temática ou em edições especiais sobre História da Ciência ou Educação.

Embora atualmente haja consenso acadêmico de que a utilização da História da Ciência no ensino é essencial para uma educação científica de qualidade, isto é, que contribua para propiciar a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, o uso dessa abordagem em sala de aula na escolarização básica ainda é um desafio a ser enfrentado. Esforços estão sendo realizados sobretudo na melhoria da formação inicial de professores, na elaboração de pesquisas empíricas com constituição de propostas didáticas sobre a utilização da História da Ciência no ensino, na produção de materiais didáticos adequados, etc. No que se refere ao ensino de Física, entretanto, a sua configuração consolidada enquanto disciplina escolar representa um entrave considerável para tal processo.

5.3 CONSIDERAÇÕES A PARTIR DA DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

Atualmente a escolarização básica demanda abordagens pautadas pela interdisciplinaridade e pela contextualização, pois tem por fim a formação para a cidadania. Nesse sentido, no que se refere à Educação Científica, a História da Ciência tende a contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Ciências.

A estruturação dos currículos escolares é um processo dinâmico e complexo, através do qual incidem múltiplas influências sociais e econômicas, contraditórias e conflitantes em certa medida. A seleção das disciplinas, conteúdos e temáticas em seu conjunto visa contemplar, ainda que parcialmente, as múltiplas demandas que a sociedade apresenta à escola.

No caso das disciplinas científicas, embora relativamente recente, a história de sua presença no currículo escolar esteve voltada a diferentes finalidades ao longo do século passado. Desse modo, atualmente é necessário problematizar as escolhas curriculares no sentido de se questionar se atendem às finalidades propostas para o ensino. No contexto atual, conforme discutido na primeira parte deste capítulo, é fundamental refletir sobre quais escolhas curriculares são necessárias para que a escolarização em ciências contribua para a formação cidadã no contexto das sociedades democráticas.

No âmbito da Didática das Ciências, o processo de ensino-aprendizagem deve estar ancorado em três aspectos: os objetivos a serem atingidos, os processos de aprendizagem e os conteúdos a serem abordados. Dentre outros trabalhos que

abordam esses aspectos, é possível citar Martins (2015) para o qual questões como “o que ensinar?”, “como ensinar?” e “por que ensinar?” não devem ser tomadas de modo isolado na estruturação de currículos, mas de modo articulado. O autor defende que a escolha de conteúdos deve estar estritamente relacionada aos objetivos, bem como às estratégias de aprendizagem que se farão necessárias.

Ao analisar o papel do ensino de Ciências na atualidade, Moura e Guerra (2016) reconhecem a importância de se considerar questões relacionadas ao currículo no âmbito da Didática das Ciências de forma indissociável, tal como defendido por Martins (2015) e outros. Por sua vez, esses autores consideram pertinente focar no “por quê” ensinar ciências, uma vez que “há falta de clareza e consenso sobre o que significa a formação cidadã para lidar com questões científicas” (MOURA; GUERRA, 2016, p. 729). Para os autores, tomar as finalidades como ponto de partida auxilia a vislumbrar um currículo mais próximo daquilo que se espera da escolarização básica: a formação de cidadãos críticos.

Uma educação científica voltada para o exercício da cidadania se justifica em função das sociedades democráticas demandarem cidadãos conscientes do papel da ciência e da atividade científica, independente da função social que cada um venha a exercer. Nesse sentido, questões sociais, econômicas e ambientais referentes à atividade científica exigem a atenção de todos, por isso é fundamental propiciar uma formação básica **em** ciência e **sobre** ciência com vistas à cidadania. Nesse sentido, Martins aponta que

Não é de hoje que a comunidade de educadores em ciências reconhece a importância de saber *sobre* a ciência para o ensino de ciências. Esse tema tem uma longa história na área e permanece um desafio a ser enfrentado. Para além dos conteúdos presentes em diversos níveis de ensino, uma compreensão mais profunda de como a ciência funciona, como o conhecimento científico é produzido, validado e comunicado, assim como a própria natureza desse conhecimento, no que se refere às suas particularidades epistemológicas, tem sido vista como algo a ser buscado e com valor para a educação científica. Trata-se de um conteúdo *metacientífico* (MARTINS, 2015, p. 704).

Atualmente a inserção de conteúdos metacientíficos se impõe como um desafio para uma escolarização que vise a formação crítica dos estudantes. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2010) defendem que não é possível formar cidadãos apenas com o ensino de conteúdos desprovidos de um vínculo com o cotidiano e de uma articulação axiológica que envolva a tomada de decisões.

Para que a escola cumpra com sua função enquanto instância socializadora do conhecimento, é necessário superar a fragmentação imposta pelos processos tradicionais de didatização quando esses desconsideram a função social da escola e a finalidade do próprio processo de escolarização de massas. Para tal, se faz necessário problematizar as escolhas curriculares em Ciências.

Conforme discutido no segundo capítulo, nem todo conhecimento escolar tem como referência o conhecimento científico. A compreensão equivocada de que o conhecimento escolar se origina exclusivamente do conhecimento científico se dá, segundo Lopes (2007, p. 187) “porque os saberes científicos são saberes historicamente legitimados, tanto por processos internos das ciências quanto pela vinculação das finalidades científicas às finalidades econômicas”. Outro ponto importante destacado por Lopes (1999) está no fato de que a diferença epistemológica existente entre conhecimento científico e escolar não deve ser confundida com uma suposta diferença axiológica, em função de critérios ideológicos.

Compreender as características que envolvem o conhecimento científico¹⁰⁰ é, segundo Lopes (1999), um elemento fundamental para entender que a cientificidade não deve ser tomada como um critério de legitimação de um saber. A autora defende a ideia da pluralidade de saberes em que toda a ciência é um saber, mas nem todo saber é científico. Destaca Lopes (1999, p. 97) que “as ciências são apenas algumas das possíveis formas de se conhecer, com suas racionalidades próprias. Outros saberes se constituem a partir de outras racionalidades”. Com isso, a autora quer enfatizar que a legitimação de um saber não deve ser compreendida em função de critérios de demarcação de ciência e não-ciência.

A autora aponta que “um conhecimento especificamente escolar é produzido nos processos de seleção e de organização do conhecimento para fins escolares, processos estes que se separam apenas para fins de análise” (LOPES, 2007, p. 209) e também destaca que tal processo envolve o embate com os demais saberes sociais, seja afirmando-os, rejeitando-os, contribuindo para a sua construção, etc.

¹⁰⁰ Em sua análise, Lopes (1999) buscou compreender os pressupostos epistemológicos que sustentam o conhecimento científico e como esse se distancia do conhecimento cotidiano. A partir da obra de Gaston Bachelard (1884-1962), a autora destaca que o conhecimento científico se caracteriza por ser um fruto do racionalismo aplicado, do diálogo entre razão e empiria. Por outro lado, o conhecimento cotidiano é baseado no realismo imediato, das primeiras impressões. Essa vertente lhe permite sustentar as características que lhe são inerentes: o pragmatismo e o espontaneísmo.

Por sua vez, Forquin (1992) destaca que a educação escolar não se limita apenas a fazer uma seleção entre os materiais culturais disponíveis num dado momento histórico. O autor aponta que, para além de uma simples seleção, ela “deve também, a fim de os tornar efetivamente transmissíveis, efetivamente assimiláveis para as jovens gerações, se entregar a um imenso trabalho de reorganização, de reestruturação, de ‘transposição didática’” (FORQUIN, 1992, p. 32).

No âmbito da Didática das Ciências, o conceito de **Transposição Didática**¹⁰¹ oferece os elementos necessários para uma análise adequada a respeito das diferenças entre conhecimento científico e conhecimento escolar. Com base nesse conceito são previstos três estatutos/patamares/níveis a saber: **saber sábio**, **saber a ensinar** e **saber ensinado**, que implicam na existência de grupos sociais distintos responsáveis pela composição desses saberes: cientistas/intelectuais, autores/editores e professores. Esses grupos coexistem num ambiente mais amplo denominado **noosfera** e sofrem influência desse meio.

Por **saber sábio** entende-se o conhecimento científico, produto do trabalho de cientistas e intelectuais. Esse produto por si só é impessoal e sistemático, uma vez que num artigo científico, por exemplo, o contexto de descoberta em grande parte não é incorporado. Aqui ocorre a primeira transposição do saber: ele é despersonalizado e reformulado para satisfazer os interesses da comunidade científica. Este tipo de saber passa a fazer parte do arcabouço cultural da humanidade, se eternizando nas publicações.

Por si só, o saber sábio é impróprio para ser abordado na escola, sendo necessário que ele passe por transformações para se adequar às condições impostas pelos requisitos sociais e pedagógicos da cultura escolar. Forato et al. (2011) apontam que dos três tipos de saberes previstos na Transposição Didática, os dois últimos – saber a ensinar e saber ensinado - estão comprometidos com perspectivas escolares, podendo ser chamados de **saberes escolares**. Segundo os autores, transformar os saberes de modo que possam ser assimilados na escola implica reconhecer a mudança de nicho epistemológico. Para eles,

¹⁰¹ Formulado no âmbito da didática francesa por Yves Chevallard e Marie-Alberte Johsua em 1982, inicialmente o conceito tinha por finalidade compreender as modificações do conceito matemático de distância, desde a sua origem até se tornar objeto de ensino. Sua presença na área de Ensino de Ciências se deve às contribuições de Astolfi e Martinand, conforme apontam Alves Filho et al. (2001).

Importa compreender que, ao se submeter ao processo de didatização, o Saber Sábio é transformado, resultando em um novo saber. Esse saber possui função social distinta daquele. Este novo saber possui epistemologia própria e os processos de sua construção impõe considerar os requisitos didáticos do processo de ensino-aprendizagem do nível de escolaridade a que se destina (FORATO et al., 2011, p. 42).

Por **saber a ensinar** entende-se o produto de um processo de didatização em relação ao saber sábio. Em parte selecionado a partir de interesses de grupos sociais diversos, o saber sábio é tomado por referência para a constituição de subsídios para o ensino que virão a compor os materiais didáticos, dentre os quais os manuais universitários e os livros didáticos.

O saber a ensinar não constitui uma simplificação do saber sábio, mas um novo saber, uma vez que os critérios de seleção e ordenamento envolvem variáveis distintas do contexto de produção científica. Ao se tornar conteúdo de ensino, o saber sábio sofre algumas modificações em função dos processos de didatização. Nesse sentido, Forato et al. (2011, p. 41) destacam que tais processos “são coerentes com os interesses sociais, políticos e econômicos do projeto formativo em que se insere um sistema de ensino, manifestado no seu projeto educacional”.

Ricardo (2010) aponta que, em sua gênese, o saber a ensinar passa por uma descontextualização, seguida de uma nova recontextualização na forma de um novo discurso, sustentado em pré-requisitos. É importante destacar aqui o caráter temporal do saber sábio: manuais universitários e livros didáticos tendem a ser descartados em função dos interesses sociais.

A respeito da distinção entre saber sábio e saber a ensinar, Alves Filho et al. (2001) apontam que:

Por maior que tenha sido a reelaboração e reorganização no processo gerador do *saber a ensinar*, permanecem alguns aspectos semelhantes com o *saber sábio*. *Saber sábio* e *saber a ensinar* buscam manter um diálogo com a realidade. Nesta busca alguns conceitos, definições e experimentos, mantêm as mesmas características e se preservam em ambos os saberes. Alguns dos problemas solucionados pelo *saber sábio*, passam a ser apresentados como exercícios a serem resolvidos no *saber a ensinar*, geralmente aqueles nos quais as variáveis envolvidas podem ser mensuráveis e que permanecem com a mesma estrutura lógico-matemática (ALVES FILHO et al., 2001, p. 83-84).

Por fim, o último nível/patamar indicado pela Transposição Didática é o **saber ensinado**. Esse saber corresponde ao que de fato se processa numa sala de aula, tendo como figura central o professor, que prepara suas aulas a partir de materiais

didáticos, inclusive o livro didático, artefato privilegiado que constitui muitas vezes na principal e às vezes única fonte utilizada pelos professores para a preparação de suas aulas.

De acordo com o conceito de Transposição Didática, a presença de dogmatismos e formalismos nos saberes escolares decorre dos processos de transposição do saber sábio ao saber a ensinar. Em relação à Didática das Ciências, esse conceito foi reelaborado com vistas a oferecer os fundamentos epistemológicos necessários para subsidiar os processos de didatização, bem como reestabelecer relações de identidade entre as diferentes instâncias do saber.

Astolfi e Develay (1990) entendem que a conceituação de Transposição Didática por si só não é suficiente para a compreensão dos fundamentos subjacentes à Didática das Ciências. Se tomada de forma estrita, ela pode produzir uma falsa impressão dos processos envolvidos na reelaboração dos saberes com vistas ao ensino, uma vez que se pode inferir que o saber a ensinar e o saber ensinado seriam simplificações do saber sábio. De acordo com os autores,

[...] a escola nunca ensinou saberes ('em estado puro', é o que se desejaria dizer), mas sim conteúdos de ensino que resultam de cruzamentos complexos entre uma lógica conceitual, um projeto de formação e exigências didáticas. Deste ponto de vista, as transformações sofridas na escola pelo saber sábio devem ser interpretadas menos em termos de desvio ou de degradação sempre em geração [...] de que em termos de necessidade constitutiva, devendo ser analisada como tal (ASTOLFI; DEVELAY, 1990, p. 47).

Para esses autores, os saberes só assumem sentido no âmbito da Didática se estiverem estruturados num conjunto orgânico que envolva atividades correspondentes. Desse modo, o saber escolar se configura de forma distinta do saber de referência, assumindo estatuto próprio.

Por sua vez, ao analisar o conceito de Transposição Didática no âmbito da Didática das Ciências, Martinand (2003) entende que esse deve ser problematizado não apenas em função dos seus limites, mas também de seus aspectos fundamentais. Para ele, os estudos em História das Disciplinas Escolares podem contribuir para uma crítica à teorização, com vista a refletir o alcance de seus pressupostos ancorados, sobretudo, nos exemplos canônicos da matemática. Outro ponto citado pelo autor é a dependência exclusiva do saber escolar ao saber sábio.

Para o autor, o conceito de **prática social de referência**¹⁰² se torna um elemento fundamental na Didática das Ciências, com vistas a contribuir na compreensão da reelaboração dos saberes. Assume-se, portanto, que o conceito de Transposição Didática é pertinente e possui validade na esfera da Didática, entretanto os conteúdos de ensino devem-se moldar em função de uma prática social de referência.

Segundo Bittencourt (2003), a crítica feita por Martinand à Transposição Didática se situa no âmbito da Didática da Física e pode ser considerada como um alerta em relação à didatização dos saberes científicos. O conhecimento escolar deve ser sempre guiado em função de práticas sociais de referência e não apenas a partir de relações de transposição de um saber. Nesse sentido, a Física Escolar não é uma simplificação da Física de referência, tampouco possui a mesma finalidade, embora sua origem esteja intrinsecamente marcada pelas características que viriam a definir a Física.

Nesse sentido, Alves Filho et al. (2001) entendem ser fundamental ao professor o recurso às práticas sociais de referência como formas de se resgatar a contextualização histórica da produção do saber sábio, diminuindo o excesso da neutralidade e artificialismo do saber a ensinar.

A importância de se olhar para o ensino de Ciências a partir da Transposição Didática reside no fato de que, em primeiro lugar, esse conceito fornece uma explicação no âmbito da Didática das Ciências para a compreensão de que, do ponto de vista epistemológico, o saber escolar é distinto do saber científico, isto é, o conhecimento escolar resulta do processo de didatização resultado de transposições. A respeito, Alves Filho et al. (2001, p. 87) apontam que a não aceitação ou o desconhecimento da Transposição Didática no âmbito da Didática das Ciências implica na “aceitação dos conteúdos científicos contidos nos livros didáticos como uma reprodução fiel da produção científica do homem”.

A assimilação do conceito de Transposição Didática contribui para a compreensão das diferenças entre disciplina científica e disciplina escolar. Embora

¹⁰² Proposto por Jean-Louis Martinand no início da década de 1980, este conceito tem por objetivo servir como guia de análise crítica dos conteúdos escolares, de modo a estabelecer um vínculo entre os conteúdos escolares e o contexto social dos estudantes (MARTINAND apud ASTOLFI et al., 1997). Astolfi e Develley (1990) destacam que tal conceito pode ser visto como uma crítica à Transposição Didática, caso esta se limite a considerar apenas ao “texto do saber”, sem levar em consideração as práticas sociais correspondentes.

ambas possam ser consideradas como recortes da cultura num sentido mais amplo, a segunda é vista não como uma mera seleção da primeira, mas como um novo campo que, embora estabeleça relações de identidade com a primeira, possui base epistemológica distinta.

A tomada de consciência da existência das transformações na produção do saber escolar previstas na Transposição Didática implica numa vigilância em relação aquilo que é ensinado na escola, sobretudo se o resultado disso se relaciona com os projetos de ensino. Essa vigilância deve se guiar na ideia de que o ensino de Ciências deve “proporcionar aos alunos o acesso a um saber legitimado culturalmente, que consiste em uma forma especializada de representar o mundo por meio de um processo histórico e com a contribuição de vários sujeitos” (RICARDO, 2010, p. 36).

Por fim, convém destacar que a discussão realizada até aqui sobre os pressupostos presentes na constituição dos currículos, em especial referente à seleção de saberes e transformações que estes passam para se adequarem às finalidades didáticas, evidencia o quão problemático e complexo é esse processo. Considerando a educação científica em função de sua finalidade atual, a seleção curricular não pode se limitar apenas aos conhecimentos de ciência. Ela deve envolver também conhecimentos metacientíficos articulados numa perspectiva interdisciplinar, de modo a prover aos estudantes a oportunidade de acesso aos conhecimentos que lhe permitirão desenvolver uma visão crítica sobre a ciência. É nesse sentido que a História da Ciência pode contribuir.

Tão almejada nos currículos atuais, a interdisciplinaridade não é um método a ser executado no desenvolvimento de currículos fragmentados, mas um princípio que subjaz a prática, que deve constituir em pano de fundo da ação docente. Entendo que é por meio de abordagens interdisciplinares, problematizadoras e contextuais que a educação científica pode cumprir com sua função. A respeito da interdisciplinaridade, Etges aponta que

A interdisciplinaridade, enquanto princípio mediador de comunicação entre as diferentes disciplinas, não poderá jamais ser elemento de redução a denominador comum, mas elemento teórico metodológico da diferença e da criatividade. A interdisciplinaridade é o princípio da máxima exploração das potencialidades de cada ciência, da compreensão e exploração de seus limites, mas, acima de tudo, é o princípio da diversidade e da criatividade (ETGES, 1993, p. 79).

De acordo com esse autor (1993, 2011), tomada como princípio, a interdisciplinaridade favorece a pesquisa e é o instrumento epistemológico por meio da qual se constitui a ciência, permitindo também a compreensão de suas atividades cotidianas. A partir da interdisciplinaridade enquanto princípio, é possível considerar o arcabouço propiciado pela História da Ciência como dimensão intrínseca do conhecimento, objeto de interesse do ensino de Ciências.

5.4 CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA AO ENSINO

Tal como é reconhecida atualmente, a importância atribuída à História da Ciência para a Educação Científica se deu a partir da década de 1980, em meio à crise generalizada em torno do ensino de Ciências. Desde então, a pesquisa sobre as relações entre História da Ciência e ensino tem procurado investigar quais seriam os frutos dessa parceria.

Saito (2010, p. 4) aponta que “embora a História da Ciência seja uma mediadora para a aprendizagem de ciências, não é método de ensino, mas uma provedora de recursos que conduz à reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico”. Para o autor, a História da Ciência apresenta um forte potencial para o ensino de Ciências, pois permite enriquecê-lo, tornando-o mais interessante, diminuindo o hiato entre as ciências e os conteúdos e temáticas de ciências desenvolvidas na escola.

A literatura desenvolvida nas últimas décadas é extensiva em relação às contribuições propiciadas pela inserção da História da Ciência no ensino. Uma análise baseada em Matthews (1995), Martins (2006), Peduzzi (2001), Batista (2007) e Solbes e Traver (2001), por exemplo, permite identificar que abordagens pautadas na História da Ciência podem:

- a) Humanizar o ensino de Ciências, evidenciando que a ciência é uma construção humana, historicamente constituída;
- b) Explicitar as relações entre dogma, sistema de crenças e racionalidade científica;
- c) Permitir a formação de uma concepção adequada sobre a natureza das ciências, de suas limitações, de sua transitoriedade, bem como o

entendimento de suas relações com outras formas de apreensão da realidade (arte, religião e filosofia);

- d) Possibilitar o aprendizado efetivo das leis científicas, representadas por meio de expressões matemáticas, não limitando o aprendizado à simples manipulação numérica de grandezas;
- e) Identificar e valorizar tanto os aspectos externos do trabalho científico, como o caráter coletivo, as implicações sociais da ciência, a atividade científica realizada em nosso país, bem como a questão do gênero entre os cientistas, quanto os aspectos internos do trabalho científico, como a natureza do problema abordado, a importância dos experimentos, o formalismo matemático, a evolução do conhecimento e as mudanças ocorridas;
- f) Possibilitar o conhecimento sobre a evolução das ideias, dos problemas e de suas soluções na ciência, percebendo assim a existência de um processo de construção interdisciplinar de explicações.

Atualmente a História da Ciência pode contribuir para o ensino de Ciências em pelo menos três frentes. Em primeiro lugar, como provedora de exemplos concretos de situações a serem utilizadas em sala de aula para problematizar conceitos científicos, sobretudo ao explorar aspectos de sua natureza histórica e epistemológica. Em segundo lugar, como provedora de subsídios a partir da Epistemologia para reflexões no âmbito da Didática das Ciências (representação do conhecimento, teorias de aprendizagem, etc.). Em terceiro lugar, como forma concreta de articular a interdisciplinaridade nas abordagens contextuais, sobretudo quando estas contemplam de forma consistente as relações CTS.

Matthews (1995) entende que o ensino de Ciências pautado por abordagens que consideram as contribuições da História, Filosofia e Sociologia da Ciência, tende a ser benéfico para a formação do estudante, uma vez que insere a ciência num contexto mais amplo, possibilitando assim a formação do pensamento crítico. O autor (1995, p. 166) destaca que “os tão difundidos programas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tanto nas escolas, como nas universidades, representam uma abertura importantíssima para as contribuições histórico-filosóficas para o ensino de Ciências”.

Essa perspectiva se insere no esforço de pautar o ensino de Ciências por meio de abordagens contextuais, em que a educação científica se baseia no tratamento dos conteúdos de forma articulada com os contextos ético, social, histórico,

filosófico e tecnológico. Desse modo, as contribuições da História da Ciência ao ensino de Ciências são vistas como parte de um esforço para possibilitar uma articulação dos conteúdos científicos com a cultura e com o cotidiano dos estudantes. Num sentido mais amplo, a História da Ciência por meio de sua historiografia pode prover recursos essenciais para a compreensão da ciência, uma vez que enriquece o aprendizado sobre os conteúdos científicos, tanto em sua dimensão epistemológica, ao mesmo tempo em que possibilita reflexões acerca das implicações sociais decorrentes da atividade científica.

Guerra et al. (2001) discutem as implicações de se investigar se a História da Ciência auxilia no aprendizado de ciências. Para os autores, o ensino formal de Ciências fornece apenas uma visão parcial do saber científico e a História da Ciência permite ampliar essa visão, situando a ciência num determinado espaço e tempo, ao mesmo tempo em que permite compreender o conhecimento científico como uma das manifestações da cultura. A partir desses pressupostos, os autores alertam para o fato de que uma resposta imediata à questão implicaria em assumir a absolutização do atual currículo de ciências. Compreender o papel da História da Ciência na educação científica exige, antes de tudo, uma reflexão a respeito de aspectos básicos inerentes ao ensino.

Nesse sentido, esses autores entendem ser mais frutífero analisar o significado de questões como: “o que significa ajudar no aprendizado de Ciências?”; “O que é o aprendizado de uma ciência?”. Segundo os autores, a própria visão hegemônica de formação científica foi construída historicamente a partir de ideais de formação do cidadão e da sociedade. A concepção de ensino de Ciências é fruto, portanto, de um processo mais amplo, em que o Estado interviu no sentido de organizar o sistema educativo, com vistas ao atendimento de demandas econômicas, o que provocou impactos até no processo de transformação de conhecimentos. Os autores fazem uma breve análise da didática francesa, uma vez que ela exerceu influência no ensino de Ciências no Brasil.

Para eles, a Revolução Industrial impôs aos franceses a necessidade de organizar a formação técnica. Essa se desenvolveu, sobretudo, sob uma filosofia educacional que convergia com os ideais iluministas do século XVIII, em que as bases metafísicas do conhecimento científico eram negadas e o conhecimento científico “depurado” era expresso em tratados. Nesse sentido, os clássicos da ciência cediam lugar aos livros-texto e, nessa lógica, o mito da neutralidade científica se tornou

imperativo, com a negação das bases metafísicas do conhecimento, bem como com a exclusão de sua história e gênese. Outro ponto destacado nesse contexto está relacionado à educação tecnológica que surge nesse período, a qual tem um viés instrumental, em detrimento de uma perspectiva histórico-filosófica.

Para Guerra et al (2001) é essencial olhar para o currículo em sua própria dimensão histórica, reconhecendo sua dinamicidade. O papel efetivo da História da Ciência na educação científica depende, em grande parte, do olhar que se tem do currículo. Se o tomarmos como absoluto, a História da Ciência pode ser concebida como um complemento interessante, ilustrativo, motivador para um modelo de ensino que não forma, mas instrumentaliza. Nesse sentido, alertam para o fato de que a História da Ciência não deve ser vista como um acessório ao ensino de Ciências, mas como sua própria essência. Segundo os autores, tanto a História como a Filosofia da Ciência devem ser vistas como parte integrante do conteúdo a ser abordado, sem as quais o ensino perde o seu significado, ao contrário de uma visão de senso-comum que eventualmente as consideram como elementos motivadores para o estudo da ciência.

A compreensão do processo que levou ao atual significado do que seja ensinar e aprender ciências nos permite, segundo Guerra et al. (2001), fazer uma opção entre continuar com uma perspectiva instrumental para o ensino de Ciências ou resgatar o seu caráter histórico-filosófico. Nesse sentido, os autores consideram que a indagação se a História da Ciência auxilia no ensino perde o sentido uma vez que ela é a própria essência do ensino de Ciências. Segundo eles:

Vale ressaltar que ao banir a metafísica, a proposta de educação científica dos franceses também baniu toda e qualquer reflexão filosófica intrínseca ao ensino de ciências. Daí não se trata de criticar a ausência da História das Ciências, mas de criticar a ausência de uma perspectiva histórico-filosófica intrínseca ao fazer científico (GUERRA et al., 2001, p. 209).

Martins (2006) entende ser necessário articular a História da Ciência ao ensino de ciências vigente. Para o autor, o estudo de episódios históricos não visa substituir o ensino de Ciências, mas complementá-lo de várias formas, permitindo compreender as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Nessa perspectiva é possível perceber que a ciência não é algo isolado, mas que faz parte do desenvolvimento histórico de uma cultura, de um mundo humano.

O estudo histórico de alguns episódios possibilita ao estudante vislumbrar a complexidade inerente ao fazer da ciência, que não pode ser reduzida à simples aplicação de um método. Segundo Martins (2006, p. xix), “há uma *arte de pesquisa*, que pode ser aprendida, mas não uma sequência de etapas que deve ser seguida sempre, como uma receita de bolo”. Segundo o autor, ao desmistificar certos mitos e concepções ingênuas em torno da ciência, o estudo adequado de alguns episódios históricos se mostra essencial para a formação de uma concepção adequada sobre a ciência, suas limitações e relações com outros domínios.

Assim, considerada numa perspectiva epistemológica contemporânea, a História da Ciência pode ser benéfica para o estudo das relações entre ciência e sociedade. Nesse sentido, Martins aponta que,

Quanto às relações entre ciência e sociedade, há também posições extremas: ou se pensa que a ciência é algo totalmente ‘puro’, independente do lugar e da época em que se desenvolve; ou, no outro extremo, supõe-se que é um mero discurso ideológico da sociedade onde se desenvolveu, sem nenhum valor objetivo. O estudo histórico mostra que nenhuma das duas posições é uma boa descrição da realidade. A ciência não se desenvolve em uma torre de cristal, mas sim em um contexto social, econômico, cultural e material bem determinado. Por outro lado, não é possível explicar os conhecimentos científicos a partir desse contexto: é necessário levar também em conta os fatores internos da ciência, tais como os argumentos teóricos e as evidências experimentais disponíveis em cada momento (MARTINS, 2006, p. xx).

Ao se basear numa perspectiva historiográfica atual, Martins (2006) entende que é necessário considerar a dimensão do conhecimento científico em seu núcleo, quanto as relações estabelecidas entre a ciência com a cultura num sentido mais amplo em suas esferas social e econômica. De acordo com o autor, não faz sentido pautar a análise apenas em aspectos puramente internos ou externos do conhecimento científico.

Por sua vez, Greca e Freire Jr. (2004) alertam para a complexidade inerente à inserção da História da Ciência no ensino. Segundo os autores, não se deve ignorar as contribuições do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento ou de outras análises pós-modernas em prol de um ensino historicamente pautado em aspectos conceituais apenas. Visões deformadas e descontextualizadas da ciência e da atividade científica em nada contribuem para a formação de indivíduos responsáveis, que exerçam de forma efetiva a sua cidadania. Segundo eles,

[...] é necessário tentar perceber que elementos podem trazer estas análises pós-modernas para enriquecer uma imagem mais realista do fenômeno multifacetado que é a ciência contemporânea, em vez de simplesmente negá-las ou atacá-las. Consideramos que isto só pode contribuir para um melhor relacionamento entre ciência e sociedade, parecendo-nos um antídoto melhor contra tendências irracionistas. Isto é, consideramos que esta postura é preferível a uma em que, em nome de uma defesa cega da ciência, não leve em consideração o legado crítico da Filosofia, da História e da Sociologia da Ciência. E esta postura não é, como às vezes parece resultar de alguns trabalhos, uma invenção pós-moderna, senão que de alguma forma foi estimulada pelo binômio Ciência–sociedade em usos militares e civis que tem posto em risco a sobrevivência do planeta desde meados do século passado (GRECA; FREIRE JR., 2004, p. 347-348).

De acordo com os autores, a presença da História da Ciência no ensino deve contribuir não apenas para aprimorar o ensino de conceitos científicos, mas também abordar aspectos relativos à dimensão sociológica do fazer científico, bem como problematizar a suposta hierarquização entre o conhecimento científico e outras formas de apreensão do real. Nesse sentido, essa perspectiva complementa a de Martins (2006), convergindo ambas com a visão de Matthews (1995) para o qual o ensino de Ciências deve ser pautado por meio de abordagens contextuais em que a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência possam contribuir.

Forato et al. (2011), Martins (2015), Moura e Guerra (2016) defendem que a História da Ciência é um campo em potencial para a abordagem de algumas características da Natureza da Ciência. Embora não haja conexão obrigatória, conforme apontam Moura e Guerra (2016), essa possibilidade permite abordar conteúdos metacientíficos, indo para além de conhecimentos conceituais e epistemológicos em direção a aspectos sociais e políticos do conhecimento.

Atualmente existe um consenso na literatura acerca do potencial da História da Ciência para a Educação Científica. Isso não exclui a existência de algumas críticas em relação à sua presença no ensino. A respeito, Matthews (1995) analisa alguns argumentos contrários e que basicamente estão centrados no uso da história de qualidade ruim e no risco de um possível enfraquecimento da convicção dos estudantes em relação ao paradigma vigente, em função das reflexões propiciadas pela análise histórica. Tais críticas, embora pertinentes em certa medida, não diminuem a importância do papel da História da Ciência no ensino, tendo em vista que sua finalidade está voltada para a formação cidadã, a qual demanda conhecimentos de ciência e sobre ciência.

5.5 IMPLICAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS

Ao assumir que a História da Ciência contribui para a promoção do ensino de Ciências que vise a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, admite-se que esse campo permite prover os elementos necessários para a abordagem de tópicos sobre ciência no currículo escolar. Embora a presença de conteúdos metacientíficos seja condição *sine qua non* para uma educação científica que forme para a cidadania, atualmente sua presença nas proposições curriculares ainda é insuficiente. Em relação a esse aspecto, Martins (2015) destaca que isso decorre de uma ilusão em que se acredita que a questão é bem resolvida no âmbito do currículo.

A respeito desse ponto, a literatura da área de ensino de Ciências tem indicado que fragilidades na formação inicial de professores aliadas à falta de formação continuada têm contribuído, em grande medida, para a divulgação de visões equivocadas sobre a ciência e sobre a atividade científica em sala de aula. Somam-se a isso as informações precárias vinculadas nas mídias e nos materiais didáticos, o que contribui, na visão de Martins (2015), para reforçar uma visão filosófica sobre a ciência conhecida como **realismo ingênuo**. Essa visão de senso-comum reduz a complexidade da produção do conhecimento científico à aplicação de um método de matriz empírica, desvincula a produção de interesses maiores, não problematiza suas limitações racionais, etc.

Pautado numa perspectiva instrumental do conhecimento e que ignora aspectos sobre a ciência, o ensino tradicional é um forte disseminador de concepções equivocadas sobre a Natureza da Ciência. Nesse sentido, Gil-Pérez et al. (2011a) destacam que tal ensino é marcado pela propagação de visões deformadas da ciência e da tecnologia e que a superação dessas visões é um requisito essencial para a renovação da educação científica. Para os autores (2011a, p. 36), tais aspectos são “visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem”.

Os autores enumeram sete visões deformadas amplamente disseminadas nas aulas de ciências, que desconsideram em sua essência: as múltiplas relações entre a ciência e o contexto que a circunscreve (visão descontextualizada); o papel da comunidade de pesquisadores na produção do conhecimento (visão individualista e elitista); a dependência da empiria em relação à teoria, bem como as limitações do

raciocínio indutivo (visão empírico-indutivista e ateórica); a complexidade dos encaminhamentos metodológicos utilizados na produção do conhecimento científico (visão rígida, algorítmica e infalível); a problemática, bem como o contexto sociocultural que motivou a busca pelo conhecimento científico (visão aproblemática e a-histórica); a pertinência das investigações realizadas em outros campos do conhecimento (visão exclusivamente analítica); e, por fim, as rupturas e saltos ocorridos no processo de amadurecimento de uma dada ciência, dando a entender que o conhecimento evoluiu de forma cumulativa e linear (visão acumulativa).

Cientes da dificuldade em falar de uma imagem correta da ciência e da atividade científica, Gil-Pérez et al. (2011a) entendem que a compreensão dos principais equívocos cometidos em relação à Natureza da Ciência é fundamental para corrigir os problemas relacionados ao ensino de Ciências. Os autores salientam que tais visões são repassadas por ação ou omissão pelos docentes. Para reverter o problema das visões deformadas se faz necessário, entre outras ações, adequar a formação de professores (inicial e continuada), instrumentalizando-os por meio de subsídios embasados nas tendências atuais da historiografia da ciência, bem como nos pressupostos da epistemologia contemporânea.

Assim, é possível considerar que a História da Ciência cumpre papel importante na formação docente, pois quando tomada numa perspectiva epistemológica apropriada, contribui para evitar a disseminação de visões incorretas a respeito da ciência e da atividade científica. Da mesma forma, a História da Ciência cumpre função essencial no currículo escolar de Ciências, na medida em que fornece subsídios para a abordagem de conteúdos relacionados à Natureza da Ciência. Assim, não é possível pensar o ensino de Ciências sem essas contribuições, pois o mesmo incorreria nas visões equivocadas apontadas por Gil-Pérez et al. (2011a).

A História da Ciência permite compreender as controvérsias epistemológicas que marcaram o desenvolvimento do conhecimento científico. Nesse sentido, em conjunto com a Filosofia da Ciência ela possibilita explicitar a problemática filosófica em sua complexidade, presente no debate sobre a Natureza da Ciência. Entretanto, dessa problemática e do dissenso epistemológico não se pode negar que haja um relativo consenso em torno de aspectos que caracterizam uma imagem apropriada da ciência e da atividade científica. A respeito, El-Hani argumenta que,

No entanto, a ênfase sobre as controvérsias epistemológicas pode ocultar o fato de que há também um grau relativamente alto de concordância sobre alguns aspectos de uma visão adequada sobre a natureza da ciência. [...] Trata-se somente de assumir que é possível derivar alguns pontos de concordância entre teorias sobre as ciências que discordam em muitos outros pontos, de modo que possamos ter uma noção mais clara sobre o que constituiria uma visão aceitável da prática científica e, assim, sobre quais objetivos devemos assumir ao ensinar a professores e estudantes sobre a natureza da ciência (EL-HANI, 2006, p. 6).

El-Hani alerta para o fato de que, ao se explorar em demasia as controvérsias científicas, pode-se ocultar o fato de que, no que se refere à Natureza da Ciência, existem alguns aspectos convergentes nas correntes epistemológicas contemporâneas e que se refletem na História da Ciência. Em relação a isso, dentre outros autores, Gil-Pérez et al. (2001) e McComas et al. (1998) destacam em seus trabalhos princípios que caracterizariam um consenso epistemológico em relação à Natureza da Ciência e da atividade científica que, em certa medida, deveriam ser apropriados pelos docentes.

Por outro lado, Martins (2015) alerta para os riscos que a utilização de princípios consensuais pode implicar para o ensino de Ciências. Em seu conjunto, esses princípios formam uma lista conhecida na literatura como **Visão Consensual** em relação à Natureza da Ciência, conforme aponta o autor. Martins indaga em seu trabalho se a Visão Consensual poderia, de fato, ser representada na forma de princípios gerais e que implicações filosóficas poderia trazer em contextos externos ao debate filosófico, como no ensino de Ciências. A respeito, o autor problematiza:

[...] a Visão Consensual opõe-se a uma visão positivista, realista ingênua e de senso comum da ciência [...]. Desconstruir essa visão tem sido parte da meta de um ensino sobre as ciências. Em seu lugar, [...] propõe uma visão que, embora não seja coesa e monolítica, parece situar-se no âmbito de um *relativismo moderado* ao apontar, p. ex., o aspecto provisório do conhecimento, a inexistência de um método único e rígido, a existência de vieses teóricos na observação e experimentação, as influências históricas, sociais e culturais da prática científica. Mas em que medida a *apresentação* de uma visão relativista moderada não resultará na adoção de um *relativismo exacerbado*? (MARTINS, 2015, p. 714).

Embora reconheça que ainda seja melhor um modelo de ensino limitado sobre a Natureza da Ciência do que um que propague visões deturpadas e equivocadas, Martins (2015) alerta para as implicações de uma visão relativista exacerbada. Essa visão pode, por exemplo, incorrer na compreensão de que o conhecimento científico é fruto apenas de negociações sociais, desconsiderando aspectos intrínsecos e o

papel da natureza na sua constituição. Destaque-se aqui que a discussão epistemológica feita por Condé (2017) já alertava para a necessidade de se evitar posições extremas em História da Ciência.

Ainda que a Visão Consensual contribua para a desconstrução da visão positivista, ela pode induzir a uma postura filosófica relativista radical, tão nociva ao ensino de Ciências quanto o realismo ingênuo. Conforme aponta Martins (2015), a Visão Consensual por si só não conduz a um relativismo exacerbado, mas, quando resumida na forma de princípios gerais sobre a ciência e sobre a atividade científica, pode induzir a essa concepção. Com isso, o autor entende que a discussão sobre a Natureza da Ciência não pode ser reduzida a uma lista de princípios.

Os problemas elencados por Martins (2015) acerca da Visão Consensual podem ser evidenciados na abordagem dos conteúdos metacientíficos em sala de aula. Segundo o autor, a defesa de uma Visão Consensual considera que todo conteúdo passa por processos de didatização, por isso compreende que é possível enumerar princípios gerais didatizados que sintetizam convergências em torno da Natureza da Ciência. Para Martins, a própria compreensão de uma Visão Consensual ignora o fato de que a Natureza da Ciência não se limita apenas à natureza do conhecimento científico, mas também está relacionada ao fazer-científico.

Com isso, conclui o autor que aspectos que convergem em relação à Natureza da Ciência não devem ser transmitidos em sala de aula, mas investigados pelos estudantes. Como forma de evitar que o trabalho pedagógico conduza a um relativismo exacerbado, Martins (2015) sugere que a abordagem de aspectos da Natureza da Ciência seja feita por temas estruturados por meio de questões que conduzam à reflexão e ao debate. Ao invés de apresentar esses temas sob a forma de princípios, o autor entende que a abordagem deve ser feita por meio de questões que contemplem tanto o eixo histórico e sociológico, quanto o eixo epistemológico da ciência. Segundo o autor, isso exige uma reestruturação do ensino de Ciências que possibilite a articulação entre conteúdos científicos e metacientíficos.

Em relação ao uso da História da Ciência no ensino, Forato et al. (2011) ponderam que toda construção, utilização e divulgação historiográfica implica na propagação de concepções acerca de como a ciência foi construída. Os autores destacam que

Isso requer uma severa reflexão sobre as consequências para a formação de alunos e professores quando se utiliza abordagens históricas que propagam uma concepção puramente empírico-indutivista da construção do conhecimento científico e reforçam o entendimento da ciência como produtora de verdades absolutas (FORATO et al., 2011, p. 30).

Na análise de desafios previstos para a harmonização dos referenciais teóricos da historiografia, da epistemologia e da Didática das Ciências, e com base nos trabalhos de Gil-Pérez et al. (2011a) e Chevallard (1991), os autores defendem que nesse processo não é possível separar quatro instâncias: (i) a visão que se tem da ciência; (ii) a concepção sobre os processos históricos e sociais de sua construção; (iii) os elementos que guiam a seleção dos saberes escolares; (iv) os pressupostos que guiam os métodos do seu ensino e aprendizagem.

Segundo Forato et al. (2011), no que se refere às discussões sobre a Natureza da Ciência, existe uma descontinuidade entre as recomendações presentes nos documentos curriculares de Ciências e o contexto educacional atual. Mais do que nunca é necessário promover um ensino-aprendizagem que favoreça a crítica de visões ingênuas sobre a Natureza da Ciência, reconhecendo ao mesmo tempo que não existe uma visão única e consensual sobre a ciência.

Para esses autores, as recomendações da historiografia que se aplicam ao ensino basicamente consistem na não utilização de anacronismos, de visões presentistas e enaltecidas de eventuais personagens da história, bem como de visões lineares acerca da evolução do conhecimento científico. Eles destacam que é fundamental o professor conhecer alguns pressupostos básicos da historiografia atual, de modo a poder fazer uma leitura crítica das distorções da história, uma vez que induzem à formação de visões equivocadas sobre a ciência nos estudantes. Evitar o uso de pseudo-história ou, ao menos, problematizá-la representa um compromisso com a formação do estudante.

No âmbito da Didática das Ciências, a inserção de elementos da História da Ciência não implica necessariamente na simples inclusão de fontes históricas (primárias ou secundárias). Embora possam ser aproximadas da ideia de saber sábio, as fontes não sofrem as modificações previstas na Transposição Didática, tal como os conhecimentos científicos. A incorporação das fontes deve, necessariamente, estar acompanhada dos devidos encaminhamentos didático-metodológicos e cumprir com alguns requisitos.

Desse modo, Forato et al. (2011) querem salientar que a construção de propostas didáticas para a inserção de História da Ciência no ensino não é um processo trivial que se limita a uma seleção ingênua de material histórico. Ao contrário, o processo de didatização da História da Ciência para o ensino envolve a superação de alguns obstáculos.

De acordo com os autores, o primeiro a ser superado refere-se à **seleção do conteúdo histórico**. Tal seleção deve favorecer a abordagem epistemológica do conteúdo proposto, estar adequada à faixa etária dos estudantes e ao ambiente educacional em questão, bem como contribuir com o trabalho do professor. O segundo obstáculo corresponde ao **tempo didático** - quantidade de aulas, bem como o tempo necessário para o aprendizado - fator determinante para a compreensão do conteúdo no contexto apropriado.

Na sequência, Forato et al. (2011) salientam que a **simplificação e omissão** corresponde ao terceiro obstáculo a ser enfrentado. Nesse sentido, aqui reside um ponto crítico na escolha das fontes históricas, pois relatos históricos superficiais podem distorcer a proposta construída para ser desenvolvida em sala de aula. Por sua vez, o **relativismo** consiste noutro obstáculo a ser superado, uma vez que a abordagem de diferentes teorias, caso feitas de forma inapropriada, pode levar os estudantes a acreditar que teorias divergentes se tratam de meras opiniões pessoais.

Um quarto obstáculo a ser superado é o da **inadequação dos trabalhos históricos especializados**. Forato et al. (2011) salientam que, apesar de ser pouco provável que as produções especializadas dos historiadores possam ser utilizadas no contexto escolar, existem textos de divulgação científica produzidos por alguns historiadores destinados a um público mais amplo e que podem ser utilizados em sala de aula. Nesse sentido, os autores sugerem o uso de fontes secundárias, que podem “minimizar alguns erros mais graves e contribuir para entender, ao menos em linhas gerais, os pressupostos do período e os valores de uma cultura específica” (FORATO et al., 2011, p. 48).

Eles também destacam que a visão de **supostos benefícios das reconstruções históricas lineares** seria um quinto obstáculo a ser superado. Os autores questionam que, se o ensino de Ciências não é pautado por pseudociências, por que o seu ensino seria por uma pseudo-história da ciência? Além de não contribuir, a pseudo-história presta um desserviço ao ensino na medida em que reforça concepções equivocadas sobre a Natureza da Ciência. Por fim, o último obstáculo a

ser enfrentado está relacionado à **formação de professores**. Afinal, embora o professor não seja um historiador profissional, ele deve dominar alguns aspectos da historiografia contemporânea da ciência, bem como os pressupostos epistemológicos que a sustenta.

A superação desses obstáculos não é uma tarefa simples e envolve algumas possíveis tensões na construção de propostas que abordem aspectos da Natureza da Ciência na educação científica. Forato et al. (2011) destacam quatro dilemas presentes na superação desses obstáculos: extensão *versus* profundidade; simplificação *versus* distorção; compreensibilidade *versus* rigor histórico; objetivismo *versus* subjetivismo. Em todos esses dilemas, se faz necessário um equilíbrio que leve em conta as metas pedagógicas pretendidas, sem incorrer no uso da História da Ciência como mera motivação ou ilustração para conceitos.

A esse respeito, Martins (2006, p. xxv) alerta para o fato de que “quando utilizada de forma inadequada, a história das ciências pode chegar a ser um empecilho ao bom ensino de ciências”. Embora seja um defensor da presença da História da Ciência no ensino, o autor adverte para os riscos de uma inserção inadequada. Para ele, reduzir a história a nomes, datas e anedotas incorre em produzir imagens equivocadas da ciência, tal como as concepções de que o conhecimento científico é fruto de “grandes personagens”, de episódios “marcantes” (descobertas) que se processam numa determinada data, etc.

Nesse sentido, a falta de conhecimento em História e Filosofia da Ciência por parte do professor incorre num ensino que propaga visões distorcidas e mitos a respeito da Ciência. Martins (2006) destaca as concepções errôneas sobre o método científico, bem como o uso de argumentos de autoridade no ensino como consequência do emprego acrítico da historiografia da ciência por parte do professor. O autor (2006, p. xxvi) destaca que “o estudo cuidadoso da ciência pode ensinar muito sobre a natureza da ciência [...]. Mas isso só ocorrerá se forem utilizados exemplos históricos reais e não as lendas sem fundamento que são repetidas por quem nunca fez pesquisa histórica”. Com isso fica claro que o uso da História da Ciência não é algo simples, exige conhecimento epistemológico e historiográfico especializado de modo a evitar erros que levem à propagação das visões inadequadas.

Na proposição do trabalho em sala de aula, Moura e Guerra (2016) sugerem destacar o papel das práticas científicas como elemento central e possibilidade concreta de se articular elementos da Natureza da Ciência na educação científica.

Assim como Martins (2015), esses autores apontam que a complexidade da discussão sobre a Natureza da Ciência impede sua redução via processos de didatização em princípios assimiláveis pelos estudantes. Tomando como ponto de partida que a epistemologia subjacente ao desenvolvimento científico não se dissocia de questões culturais e socioinstitucionais mais amplas, bem como os pressupostos da História Cultural¹⁰³ da Ciência, os autores defendem uma guinada do trabalho em sala de aula para a dimensão instrumental do fazer científico. Os autores mencionam a partir da História Cultural da Ciência que,

No caso das ciências, com essa abordagem historiográfica, o foco da análise a ser implementada desloca-se do estudo das grandes ideias e dos cientistas que estabeleceram grandes teorias, para um estudo que considere as ações produzidas pelos diferentes atores da ciência. Incluem-se, então, no estudo histórico da ciência, as práticas em torno aos instrumentos e técnicas usadas nos laboratórios, as desenvolvidas para o registro de dados, as comunicações estabelecidas entre os cientistas para discutir questões e divulgar seus trabalhos, a construção de ferramentas matemáticas de análise, de representação e construção de modelos, entre outras (MOURA; GUERRA, 2016, p. 737-738).

Para esses autores, o estudo micro-historiográfico contribui para a promoção de discussões sobre pontos-chaves da produção do conhecimento científico. Esse processo só tem sentido se for pautado por meio de estratégias que privilegiem o debate, a troca de ideias, de modo que se torna mais interessante construir questões com os estudantes do que asserções em sala de aula. O viés defendido pelos autores contribui para destacar a função política e social do ensino de Ciências, privilegiando o debate das relações entre ciência e poder.

As análises feitas até aqui evidenciam que para a História da Ciência desempenhar sua função na Educação Básica é necessário que o currículo escolar seja reorientado, isto é, supere o reducionismo clássico-instrumental, cujo desenvolvimento contribuiu na propagação das visões deformadas. Entretanto, é importante destacar que a atualização curricular por si só não será suficiente para desenvolver nos estudantes elementos que caracterizem visões adequadas em relação à ciência e à atividade científica. Se consideramos que ensino e aprendizagem são faces de uma mesma moeda, não faz sentido tomar uma dimensão para análise

¹⁰³ Moura e Guerra (2016) destacam que a História Cultural da Ciência se baseia na História Cultural, a qual busca nas práticas cotidianas e de instrumentos subsídios para a compreensão do processo civilizatório. A partir do fazer cotidiano, a História Cultural pretende articular tais questões a temas mais amplos como sociedade e cultura.

sem levar em consideração a outra. Assim, se faz necessário situar numa perspectiva de aprendizagem as possíveis expectativas de ensino que envolvem a História da Ciência.

Nesse sentido, o papel que a História da Ciência assume no ensino, bem como as contribuições possibilitadas pela sua presença estão relacionados à tendência pedagógica que sustenta a prática pedagógica. A literatura em ensino de Ciências indica que o construtivismo¹⁰⁴ representa uma tendência apropriada por meio da qual a História da Ciência possa contribuir para o ensino.

Diferentemente de outras tendências pedagógicas, o construtivismo considera que os estudantes chegam à escola com concepções prévias sobre os mais diversos fenômenos. Nessa perspectiva, o movimento que se dá em sala de aula envolve a reconstrução de conceitos, em que o professor assume papel ativo no sentido de direcionar o processo. Driver et al. (1999) apontam que na perspectiva construtivista o conhecimento não é diretamente transmitido, mas construído pelo aprendiz, o que implica reconhecer que a aprendizagem em sala de aula deve ser entendida como algo que requer atividades práticas consistentes, que desafiem as concepções prévias do estudante e que o encoraje a reorganizar suas concepções.

Segundo os autores, por meio do construtivismo é possível se ter uma perspectiva de aprendizagem de ciências via enculturação, diferentemente da “aprendizagem por descoberta” à medida que “o estudo empírico do mundo natural não resultará em conhecimento científico, porque o conhecimento científico é, por natureza, discursivo” (DRIVER et al., 1999, p. 39). Diametralmente oposta ao ensino tradicional com forte influência positivista, nessa perspectiva o aprendizado de ciências contribui para que os estudantes sejam imersos numa nova cultura por meio da participação em uma nova comunidade discursiva. Nesse caso, a História da Ciência pode contribuir significativamente para a construção de propostas didáticas de ensino reflexivas e contextualizadas, pautadas sobretudo pela interdisciplinaridade.

¹⁰⁴ É importante destacar que o termo “construtivismo” é polissêmico, existindo distinções entre o construtivismo filosófico e o construtivismo adotado na área de Educação em Ciências. A respeito dessa segunda denominação, Mortimer (1996) aponta duas características principais compartilhadas nas interpretações do termo: (i) a aprendizagem se processa por meio do envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento; (ii) o papel desempenhado pelas ideias prévias no processo de aprendizagem. Por sua vez, Gil-Pérez et al. (2011b) apontam que há pouca semelhança entre o construtivismo filosófico e o construtivismo do ensino de Ciências. Esses autores defendem propostas de ensino-aprendizagem em que os estudantes se inserem no processo como investigadores principiantes, cabendo ao professor a orientação do processo.

Gil-Pérez (1993) destaca que, embora tivessem os seus méritos, as propostas de renovação do ensino de Ciências das décadas de 1950 a 1980 acabaram por falhar em seus objetivos. O autor destaca que os modelos subsequentes ancorados em pressupostos construtivistas enfrentaram dificuldades em relação à superação das concepções prévias dos estudantes, sobretudo as que conflitavam com o conhecimento escolar. Tal fato se deve, em parte, por essas teorias desconsiderarem aspectos da Natureza da Ciência, em especial a dimensão investigativa do fazer científico.

Nesse sentido, a estratégia de ensino mais coerente com a orientação construtivista e com as características do raciocínio científico é aquela em que o aprendizado se dá por meio do tratamento de situações-problemas abertas via investigação (GIL-PÉREZ, 1993). A História e a Filosofia da Ciência seriam, para o autor, um repositório de recursos fundamentais, podendo exemplificar situações problemáticas enfrentadas pelos filósofos/cientistas anteriormente, as condições que puderam favorecer a obtenção das soluções de problemas, etc.

Na mesma linha de Gil-Pérez, Carvalho e Sasseron (2010) defendem a presença de abordagens investigativas em sala de aula. Para as autoras, essa prática é adotada pelos cientistas no processo de compreensão dos fenômenos naturais e pode ser adotada para orientar o trabalho discente, sobretudo para oportunizar aos estudantes o desenvolvimento de estratégias e planos de ação face os problemas postos. Nesse sentido, uma compreensão clara de aspectos relacionados à Natureza da Ciência é essencial para o êxito do processo educativo. As autoras defendem abordagens pautadas na História da Ciência, uma vez que esse campo possibilita elementos em direção à construção de uma imagem mais apropriada da ciência.

Baseadas em Solbes e Traver (2001), Carvalho e Sasseron (2010) indicam que a incorporação da História da Ciência ao ensino deve implicar na elaboração de atividades que valorizem adequadamente os processos internos do trabalho científico – a natureza dos problemas abordados, a linguagem, o formalismo matemático – bem como seus aspectos externos, como o seu caráter coletivo, as implicações sociais e ambientais da ciência. As autoras defendem que o recurso à História da Ciência deve ser visto como uma das possibilidades de atividades de orientação construtivista, que deve ser utilizada com outras atividades tais como demonstrações, laboratórios investigativos e resolução de problemas abertos.

Ao analisar a possibilidade de interfaces entre História da Ciência e ensino, Beltran et al. (2014) entendem que elas se dão através da convergência dos elementos em comum dos dois campos interdisciplinares. Segundo os autores, no âmbito da História da Ciência as abordagens e metodologias utilizadas para a compreensão da dinâmica do conhecimento científico envolvem as interações de aspectos epistemológicos, historiográficos, socio-históricos e culturais. Por sua vez, a área de ensino de Ciências visa compreender o conhecimento científico, bem como as transformações que este sofre e que resultam em conhecimento escolar, investigando com isso questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem.

Beltran et al. (2014) concluem que a concepção de conhecimento é um objeto comum a esses dois campos interdisciplinares, o que possibilita a construção de interfaces. Os autores apontam que tais interfaces se deram ao longo do tempo a partir das diferentes tendências pedagógicas e propostas historiográficas, que visaram cada uma em seu período atender às demandas formativas impostas à escola. A respeito os autores argumentam:

De fato, buscar a construção de interfaces entre História da Ciência e ensino exige aprofundamentos na análise e busca de compatibilidades entre tendência pedagógica e perspectivas historiográficas. Assim, as relações entre História da Ciência e ensino não se restringem a aplicações de modelos da filosofia da ciência ao planejamento de atividades didáticas ou à leitura ingênua que estudantes e professores possam fazer de textos ou de experimentos propostos por pensadores do passado (BELTRAN et. al., 2014, p. 117-118).

Desse modo, percebe-se que o estabelecimento de relações entre a História da Ciência e ensino é um processo interdisciplinar complexo, que busca na natureza do conhecimento um ponto de convergência entre dois campos interdisciplinares, a partir do qual pode-se tecer uma malha teórica específica.

Beltran et al. (2014) identificam duas possíveis abordagens com base na inserção de História da Ciência no ensino. A primeira é conhecida por **abordagem histórico-filosófica da ciência** (abordagem HFC) e enfoca aspectos relacionados à Natureza da Ciência no ensino. Segundo os autores, por meio dessa abordagem, se dá ênfase ao fazer interno da ciência o que lhe dá uma forte ligação com a Filosofia da Ciência. Eles reconhecem que, assim como a Filosofia da Ciência, a História da Ciência aborda também conceitos científicos, contudo sem reduzi-los apenas aos aspectos formais constitutivos. Nesse sentido, ao utilizar de abordagens histórico-

filosóficas os professores precisam atentar para não reduzir a perspectiva à uma discussão internalista da ciência.

Uma segunda abordagem envolvendo o recurso à História da Ciência busca articular o papel da ciência e da tecnologia na sociedade. De acordo com Beltran et al. (2014), a **abordagem CTS** busca trazer para a sala de aula os debates dos estudos sociais da ciência. Os autores ponderam que “nas propostas de ensino ligadas a essa abordagem, as ‘caixas pretas’ que se procura abrir são ligadas a conhecimentos tecnológicos atuais, deixando pouquíssimo espaço para discussões em História da Ciência” (BELTRAN et al., 2014, p. 114). A abordagem relativa às relações CTS na atualidade é importante, mas não esgota as potencialidades que a História da Ciência pode oferecer ao ensino.

Com base em Beltran et al. (2014), pode-se entender que o grande desafio é englobar, na construção de interfaces entre História da Ciência e ensino, as perspectivas historiográficas atuais com tendências pedagógicas que atendam aos atuais anseios da escolarização em Ciências. De acordo com os autores, o construtivismo representa uma tendência pedagógica com potencial para a construção dessas interfaces.

A inserção de elementos de História da Ciência no ensino não é uma tarefa imediata e simples. Ela é complexa e o estabelecimento de interfaces requer pesquisa, planejamento, materiais didáticos de qualidade, etc. É fundamental que o professor possua uma formação adequada, seja inicial ou continuada sobre História da Ciência e, principalmente, detenha uma concepção epistemológica adequada. Para contribuir com o processo de escolarização como um todo na atualidade, a educação científica deve dispensar abordagens que induzem tanto a um realismo ingênuo como a um relativismo sociológico exacerbado. A presença da História da Ciência no currículo de Ciências deve ser compreendida como um elemento central, indispensável para a formação cidadã, decorrendo daí o cuidado de se considera-la em função de tendências historiográficas atuais, à luz dos pressupostos da epistemologia contemporânea.

5.6 DESAFIOS PARA A PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Conforme foi visto, a presença da História da Ciência no ensino se justifica em função de seu potencial para a Educação Científica, cuja finalidade se volta para o exercício da cidadania. Embora haja crescente conscientização nas últimas décadas quanto ao reconhecimento da importância de se recorrer às abordagens interdisciplinares e contextuais no ensino de Ciências, em especial considerando o potencial que a História da Ciência apresenta para o ensino de Física, a sua presença efetiva no ensino ainda precisa superar uma série de desafios de ordem prática.

Em primeiro lugar, é necessário desconstruir o imaginário de que a inserção da História da Ciência no ensino é algo que possa se dar de forma acrítica, pois sua inserção produz consequências. O resultado disso depende da concepção de História da Ciência do professor, mas também envolve concepções de ensino, de aprendizagem, de didatização e, sobretudo, de conhecimento. A utilização inconsequente pode acarretar em prejuízos ao ensino, reforçando estereótipos ou visões ingênuas sobre a atividade científica. Nesse sentido, alerta Martins que

[...] o uso da história da ciência no ensino não é algo simples. Há muitas armadilhas, e exige-se o uso do conhecimento epistemológico e historiográfico especializado para evitar alguns erros que poderiam levar o professor a empregar erroneamente a história da ciência para transmitir uma ideia de ciência totalmente inadequada, como ocorre muitas vezes (MARTINS, 2006, p. xxvii).

Ao analisar a questão da efetivação da presença da História e Filosofia da Ciência no ensino de Física, Höttecke e Silva (2011) constatam que ainda existem problemas consideráveis no que diz respeito à sua incorporação. Por meio da análise de resultados de conferências nacionais realizadas em diversos países europeus, os autores constatam que ainda falta um consenso de como implementar propostas de ensino baseadas na História e Filosofia da Ciência; que o professor tradicional de Física em geral não demonstra interesse na História e Filosofia da Ciência, tampouco possui competência para tal; e que esse campo não ocupa papel de destaque nos currículos e nos livros didáticos.

Para os autores, embora haja algum consenso e aceitação por parte dos professores em relação a contribuições advindas da História e Filosofia da Ciência

para o ensino, o desenvolvimento de estratégias para a sua efetiva incorporação ainda consiste em um desafio. Na tentativa de buscar soluções e com base nos documentos curriculares alemães e brasileiros, Höttecke e Silva (2011) enumeram quatro aspectos que abarcam os principais obstáculos para a efetiva presença da História e Filosofia da Ciência no ensino de Física: (i) a existência de uma cultura própria de ensino de Física, com características bem distintas das outras culturas disciplinares de ensino; (ii) atitudes, crenças e habilidades dos professores sobre epistemologia e ensino de Física; (iii) a questão do currículo; (iv) falta de conteúdos adequados sobre História e Filosofia da Ciência no livro didático.

O primeiro aspecto apontado por Höttecke e Silva (2011) é a atual cultura¹⁰⁵ do ensino de Física. Tal aspecto se impõe como um obstáculo à efetiva presença da História e Filosofia da Ciência pois, diferentemente de outras culturas disciplinares, o ensino de Física é influenciado por concepções epistemológicas que consideram o conteúdo escolar como a verdade sobre a natureza e não como mera representação. Os autores apontam que, em geral, os professores de Física entendem que o seu papel consiste em repassar tais verdades e, nessa lógica, o ensino assume a perspectiva de uma mera transmissão de fatos, que devem ser memorizados pelos estudantes, não havendo espaço para o debate em torno do conhecimento, tampouco possibilidade de discussão e negociação entre professor e estudantes.

Influenciados e influenciadores dessa cultura disciplinar, os professores de Física se sentem partícipes da comunidade de físicos para a qual expressam o seu comprometimento. Os docentes partilham do paradigma vigente, cujas implicações se expressam em seu trabalho. Assim, a seleção cultural da Física se limita em geral à ênfase na ciência como um corpo de conhecimentos bem estruturado. Isso confere estabilidade à cultura disciplinar da Física e, segundo Höttecke e Silva (2011), a presença da História e Filosofia da Ciência cria desafios para a identidade dos professores. Nesse sentido, os autores entendem que a cultura do ensino de Física se mostra resistente à mudança de enfoque, o que a torna um obstáculo para a presença da História e Filosofia da Ciência.

¹⁰⁵ Höttecke e Silva (2011) entendem por **cultura do ensino de uma disciplina** o conjunto que engloba não apenas os tópicos que constituem uma disciplina, mas também os professores (suas crenças e atitudes) que estão imersos nessa cultura e afetam as suas decisões curriculares e o seu comportamento instrucional. Esse conceito se aproxima em parte da definição feita por Cuesta (1997, 1998, 2003) para o código disciplinar.

Höttecke e Silva (2011) apontam as atitudes, crenças e habilidades dos professores sobre epistemologia e ensino de Física como um segundo aspecto que se impõe como objeção à presença da História e Filosofia da Ciência no ensino. Esses autores se somam a inúmeros outros que apontam também a falta de domínio de pressupostos básicos da epistemologia e da História da Ciência por parte dos professores. Decorre dessa formação frágil a visão segundo a qual a História da Ciência é entendida como uma estratégia adicional, que complementa o conteúdo e se soma a outras abordagens, mas que por si só não vale a pena ser ensinada enquanto conteúdo. A aparente neutralidade tem implicações para o ensino, conforme apontam os autores:

Mesmo se os professores de ciências queiram restringir seus objetivos de ensino à transmissão dos conteúdos científicos, eles sempre e necessariamente enviam mensagens sobre o que a ciência é, o que importa na ciência ou não, e como a ciência avança (HÖTTECKE; SILVA, 2011, p. 300, tradução nossa).

O entendimento desses autores se assemelha ao de Gil-Pérez et al. (2001, 2011a) na medida em que a presença de concepções epistemológicas ingênuas produz, em contextos de ensino e de aprendizagem, visões deformadas sobre a ciência e sobre a atividade científica. Entretanto, Höttecke e Silva (2011) destacam que tal sistema de crenças e atitudes dos professores de Física possui alto grau de estabilidade, constituindo assim um obstáculo à presença de novas práticas curriculares que contemplem as contribuições da História da Ciência no ensino. Em geral, os professores tendem a não valorizar o conhecimento metacientífico como um conteúdo ensinável, o que impõe severa restrição à efetiva presença da História da Ciência no ensino de Física.

Um terceiro aspecto apontado por Höttecke e Silva (2011) está relacionado à questão do currículo. Os recentes documentos curriculares alemães e brasileiros analisados pelos autores indicam que, embora haja papel de destaque para a História da Ciência nos objetivos gerais do ensino de Física, ela se mostra dispensável para o desenvolvimento das competências elencadas. De acordo com os autores, tais documentos expressam um aspecto já constatado com professores de Física: a inexistência da compreensão de que a História da Ciência é essencial para se ensinar e aprender conteúdos científicos, bem como aspectos envolvidos em sua produção (ciência como processo).

No que se refere ao contexto brasileiro, tal aspecto se soma às constatações feitas por outros autores como El-Hani (2006) e Trindade et al. (2010), que advertem para o fato de que apenas reconhecer a importância da História da Ciência nos documentos curriculares não é suficiente, sendo necessário traçar objetivos e estratégias efetivas para a sua incorporação no ensino. El-Hani (2006), por exemplo, salienta que no caso dos PCN de Biologia não é possível afirmar que esse documento se comprometa, de fato, com a proposta de abordagem contextual do ensino de Ciências.

Embora seja evidenciada nos PCN, PCN+ e nas OCEM, o simples reconhecimento da importância da História da Ciência no ensino não é suficiente. A existência dessa lacuna é observada por Trindade et al. (2010), que apontam que

[...] não se apresentaram, nem nos PCNs nem nas posteriores Orientações Curriculares maiores discussões ou sugestões claras aos professores sobre a aplicação dessas propostas em sala de aula. Com isso percebe-se que apenas o reconhecimento da importância que a história da ciência teria no ensino não garante a necessária construção de interfaces e propostas viáveis para sala de aula (TRINDADE et al., 2010, p. 131-132).

Por sua vez, em relação à seção que versa sobre o ensino de Física nas OCEM, o simples reconhecimento da potencialidade da História da Ciência para o ensino, desacompanhado de reflexões respaldadas pela Didática das Ciências e de exemplos concretos de como possibilitar sua inserção, implica na sua não-utilização, bem como em possíveis visões equivocadas da História da Ciência e de seu papel no ensino.

Em relação aos documentos curriculares é necessário avançar em termos de proposições concretas, articulando-as com a formação profissional de docentes. Assim, o ensino orientado epistemologicamente, que integre harmonicamente aspectos histórico-filosóficos da Ciência com o conteúdo escolar, tende a contribuir para que os objetivos educacionais formativos da escolarização básica possam ser atingidos.

Esse ponto depende fortemente da presença de material didático de qualidade, sobretudo o livro didático. Em especial, os materiais didáticos assumem papel especial, pois podem contemplar materiais instrucionais relacionados à História da Ciência. No entanto, trabalhos que analisam a inserção da História da Ciência no

ensino têm evidenciado que o livro didático em geral constitui um obstáculo para o professor que queira utilizar a História da Ciência em suas aulas.

Trindade et al. (2010) apontam que, em geral, os livros didáticos disponíveis abordam a História da Ciência de forma separada do conteúdo, renegando-a ao papel de estimular a curiosidade por meio de pequenas biografias de “grandes gênios”, de pequenos relatos, muitas vezes anedóticos e que estimulam uma visão errônea da Ciência. Para os autores (2010, p. 120), “este tipo de visão, além de ridicularizar todo o conhecimento científico de épocas passadas, parece que almeja mostrar subliminarmente que não há necessidade de se compreender os processos envolvidos na construção da ciência”.

Segundo Trindade et al. (2010), em geral os materiais didáticos e paradidáticos trazem uma visão ultrapassada da História da Ciência. Tal característica pode ser nociva ao ensino, considerando o fato de o livro didático constituir num material privilegiado pelo professor na preparação de suas aulas e, também, a falta de uma formação epistemológica inicial adequada para tal. Nesse sentido, tal historiografia presta atualmente um desserviço ao ensino de Ciências.

Höttecke e Silva (2011) apontam o livro didático como um importante obstáculo para a efetiva incorporação da História da Ciência ao ensino. Destacam que vários trabalhos discutem a relevância de proposições curriculares novas e de programas de formação para professores, contudo sem abordar a presença do livro didático como elemento-chave no processo. Esse artefato assume papel crucial à medida que as informações e concepções vinculadas influenciarão fortemente os professores. A respeito da presença da História da Ciência, os autores destacam que

A grande maioria dos livros didáticos inclui algum conteúdo histórico restrito na forma de datas, nomes e linhas do tempo. Abordagens como essa têm uma forte influência negativa e existem muito mais narrativas pseudo-históricas do que transposições de bons estudos históricos. Tais manifestações de ciência reforçam os mitos científicos populares presentes no imaginário de estudantes e de professores. Além disso, eles explicitamente transmitem equívocos comuns sobre a natureza da Ciência (HÖTTECKE; SILVA, 2011, p. 304, tradução nossa).

Segundo esses autores, é necessário que o livro didático articule de forma harmônica conteúdos históricos com os conteúdos científicos. As narrativas históricas devem promover uma visão adequada sobre a Natureza da Ciência, destacando tanto as dimensões interna como externa da atividade científica. O livro deve apresentar

além do conteúdo articulado, atividades que promovam reflexões concretas sobre a Natureza da Ciência. Entretanto, o cenário apontado tende a deslocar a importância da História da Ciência para a periferia do livro, por meio de caixas de texto separadas do conteúdo apresentado. Eventos, nomes e datas são demonstrados como fatos históricos por meio de discursos anedóticos, os quais, além de não contribuir para a aprendizagem em questão, incorrem no risco de transmitir ideias equivocadas sobre a ciência.

É importante salientar que, no que se refere ao contexto brasileiro da última década, as edições do PNLCD têm se proposto a modificar esse quadro. Martins (2016) considera que o PNLCD representou um avanço em relação à presença da História da Ciência nos livros didáticos de Física. O autor argumenta que os indicadores de análise utilizados na avaliação das obras contribuem para que as coleções didáticas aprovadas apresentem uma historiografia de melhor qualidade, quando comparada com as coleções didáticas que não participam do Programa. Ele também aponta que “as obras, hoje em dia, trazem mais história – e de melhor qualidade – do que as obras de décadas atrás, ainda que estejamos bem aquém da qualidade desejada” (MARTINS, 2016, p. 420).

Por sua vez, os exames vestibulares e as demais avaliações externas impõem mais um desafio à efetiva presença da História da Ciência no ensino de Física. Embora atualmente a finalidade da escolarização básica em sua etapa final esteja voltada para o exercício pleno da cidadania, a dimensão pragmática ainda presente no Ensino Médio interfere fortemente na busca desse objetivo. As avaliações externas, em especial as que promovem a seleção dos concluintes da escolarização básica para o ingresso no ensino superior, têm enfatizado fortemente os conceitos científicos em detrimento de uma perspectiva integradora e articulada do conhecimento enquanto parte da cultura. Forato et al. (2014) apontam que deriva disso o enfoque tradicional para o ensino, para o qual os conteúdos históricos assumem papel ilustrativo e não reflexivo.

A respeito, Martins (2015) alerta que a presença efetiva de aspectos relacionados à Natureza da Ciência no currículo não se dará “se os professores não estiverem suficientemente preparados e não considerarem que essa temática deva ser objeto de ensino, o que está estritamente relacionado à questão pragmática relativa àquilo que tem sido efetivamente avaliado” (MARTINS, 2015, p. 731). A presença efetiva da História da Ciências visa contribuir para um currículo que atenda

demandas sociais e só cumprirá seu papel se estiver articulada com a formação de professores e com as avaliações e exames externos.

Por fim, um último desafio está relacionado à pesquisa acadêmica na área de ensino de Ciências no Brasil. A História da Ciência é um campo provedor de recursos por excelência para o ensino e sua contribuição tem sido analisada na literatura como provedora de conteúdos e como estratégia didática.

Em relação a isso, Martins (2016) considera que se faz necessário ir além desta análise, situando o próprio ensino numa base teórica sólida, ancorada pela Didática. No caso do ensino de Física, o autor destaca que as pesquisas sobre a inserção da História da Ciência em sala de aula precisam avançar, sobretudo os estudos de natureza teórica que tradicionalmente repetem argumentos formulados há décadas.

A respeito dessas pesquisas, Nardi e Gatti (2016) destacam que, enquanto linha de pesquisa, a História e Filosofia da Ciência tem sido discutida desde os primórdios da pesquisa na área. Entretanto, o conjunto dos trabalhos acadêmicos publicados sugere o predomínio de discussões de natureza teórica em detrimento de pesquisas de natureza empírica.

Em relação a isso, Teixeira et al. (2012) apresentam um estudo do estado da arte das pesquisas que envolvem intervenções didáticas em Física pautadas pelas contribuições da História e Filosofia da Ciência e que foram publicadas nos principais periódicos de ensino de Ciências e de Física. Os autores constatam que uma pequena parcela de trabalhos publicados é de natureza empírica (13%), e destes a maior parte se refere a propostas desenvolvidas no ensino superior. Para Teixeira et al. (2012), apesar da quantidade de trabalhos sobre as contribuições da História da Ciência ter aumentado nos últimos anos, a pouca presença de trabalhos empíricos aliada à qualidade inferior em termos metodológicos (quando comparados aos padrões internacionais) são fatores a serem observados na pesquisa brasileira.

Esses autores agrupam os poucos trabalhos de natureza empírica encontrados e analisados em três vertentes. A primeira enxerga a História e Filosofia da Ciência em função dos objetivos a serem atingidos e entende sua presença como forma de melhorar o ensino, permitindo desenvolver melhor a capacidade de argumentar, se apropriar de uma visão mais ampla sobre a Natureza da Ciência, etc. A segunda vertente considera a presença da História e Filosofia da Ciência como estratégia de ensino, que pode contribuir para a integração ou para a desarticulação

dos conteúdos de Física com aspectos históricos-filosóficos. Por fim, a terceira vertente considera a presença dos elementos históricos e filosóficos da Física por meio de materiais instrucionais: textos históricos (fontes primárias e secundárias), reprodução de experimentos históricos, uso de histórias em quadrinhos sobre a atividade científica, etc. Teixeira et al. (2012) salientam que no Brasil ainda não existem trabalhos de revisão sistemática sobre a eficácia do uso da História da Ciência no ensino.

Outro estudo que suscita reflexões para a pesquisa acadêmica sobre a presença da História da Ciência no ensino é o trabalho de Damasio e Peduzzi (2017). Os autores desenvolveram uma investigação baseada numa revisão bibliográfica de teses e dissertações publicadas no Brasil na última década e que versam sobre a abordagem didática da História e Filosofia da Ciência na Educação Científica. Eles alertam para o fato de que parte considerável dos trabalhos analisados não apresenta fundamentação teórica, filosófica e metodológica, o que colocaria em risco a credibilidade das pesquisas.

Dentre as conclusões derivadas da análise dos trabalhos, Damasio e Peduzzi (2017, p. 14) apontam que “a grande maioria ainda tem foco no ensino e não na aprendizagem, tratando-a como uma consequência natural do que consideram boas abordagens instrucionais”. Segundo os autores, os resultados apontados devem fomentar reflexões em torno do desenvolvimento da pesquisa em Educação Científica.

A análise realizada nesta seção permite compreender que, embora seja necessária para a promoção de um ensino que contribua para a formação cidadã na perspectiva do letramento científico, a presença da História da Ciência no ensino de Ciências em termos reais ainda está aquém do que deveria ser. É necessário superar o abismo apontado por Martins (2007) entre o valor atribuído pelos professores ao papel da História e Filosofia da Ciência e a sua real utilização em sala de aula.

No contexto brasileiro, a superação dos desafios apontados é um processo complexo e que precisa ser realizada de forma contínua, atacando as principais dificuldades: falta de material adequado, dificuldades de leitura por parte dos estudantes, a cultura do vestibular, a formação continuada de professores, entre outras. Todavia, não se pode desconsiderar as múltiplas pressões exercidas por determinadas instâncias sociais no currículo escolar, que interferem no perfil do estudante escolarizado. Tais pressões puderam ser evidenciadas, por exemplo, no recém finalizado processo de construção da BNCC, em que determinados setores da

sociedade brasileira exerceram pressão na definição de conteúdos e temáticas que podem ou não ser abordados na Educação Básica.

No que se refere ao ensino de Física é necessário continuar a aprofundar a pesquisa acadêmica em torno das contribuições da História da Ciência. Para isso deve-se fomentar a elaboração e o desenvolvimento de propostas didáticas em sala de aula que articulem os conteúdos escolares da disciplina com os conteúdos metacientíficos, fundamentais para o desenvolvimento de uma compreensão adequada sobre a Física. Convém destacar que esse processo deve ser respaldado no âmbito da Didática com a harmonização entre tendência pedagógica e perspectiva historiográfica, conforme apontam Beltran et al. (2014), sem desconsiderar a dimensão da aprendizagem, conforme Damasio e Peduzzi (2017) alertam.

Outro ponto fundamental nesse processo de enfrentamento está relacionado à formação inicial e continuada de professores. A História e a Filosofia da Ciência devem se fazer presentes nos cursos universitários de Licenciatura em Física como disciplinas autônomas, bem como também ser integradas na formação específica para o magistério. Também se faz necessário investir na discussão sobre o papel da Física no currículo escolar do Ensino Médio e como essa disciplina pode contribuir para a formação cidadã. No que se refere à formação continuada, se faz necessário problematizar a atual cultura do ensino de Física e em que medida ela corresponde aos anseios da juventude que encontra, em grande parte, na escolarização básica a única oportunidade de acesso aos conhecimentos científicos sistematizados.

Por fim, cabe salientar a importância que o livro didático assume na inserção da História da Ciência no ensino de Física. Considerado como elemento importante do processo de ensino-aprendizagem de Física, o livro didático tem sido o principal material que os professores dispõem para a preparação de suas aulas. Ao mesmo tempo em que precisa incorporar elementos advindos das tendências historiográficas atuais, bem como as recomendações expressa pela pesquisa em Ensino de Física, esse artefato carrega consigo os elementos que constituem parte do código disciplinar (CUESTA, 1997, 1998). Nesse sentido, o livro didático materializa tensões em torno da própria natureza do ensino de Física, cujas implicações podem afetar o papel destinado à História da Ciência.

6 A PRESENÇA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ÂMBITO DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA

O livro didático tem representado importante artefato cultural no contexto brasileiro, consistindo no principal recurso disponível para professores e estudantes, motivando a sua distribuição por meio de uma política pública de âmbito nacional: o PNLD. No contexto de sua resignificação curricular, a Física Escolar passou a ser contemplada pelo Programa na última década. De lá para cá foram feitas quatro distribuições para as escolas públicas brasileiras (três no âmbito do PNLD), que puderam escolher as coleções que mais se aproximam de suas propostas pedagógicas curriculares.

Com base em Cuesta (1997, 2006), pode-se considerar que os livros didáticos aprovados e distribuídos pelo PNLD representam manifestações visíveis do código disciplinar, pois materializam prescrições curriculares, ao mesmo tempo em que também carregam consigo as tensões dessas prescrições com as necessidades e expectativas que os docentes apresentam, motivadas sobretudo em função de sua prática.

Neste capítulo pretende-se investigar em que medida a presença de elementos da História da Ciência na estrutura do PNLD, em especial no processo de seleção e avaliação pedagógica, bem como em coleções aprovadas recentemente sinalizam uma resignificação do código disciplinar da Física rumo à promoção de uma educação científica voltada para a formação cidadã.

6.1 A ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA DAS COLEÇÕES INSCRITAS

O processo de análise e seleção das coleções didáticas inscritas para o PNLD voltado ao Ensino Médio se estrutura em três etapas: **triagem**, **pré-análise** e **avaliação pedagógica**. Em especial, a última etapa constitui-se no maior interesse desta pesquisa na medida em que nela se desenvolve a fase de análise de conteúdo com viés pedagógico. Na ordem do processo seletivo, tal etapa se dá após a fase de triagem, em que as coleções inscritas são avaliadas em função de seus atributos físicos, editoriais e documentais, e após a fase de pré-análise, em que as obras são

analisadas em função da conformidade dos documentos apresentados no momento da inscrição.

Em cada edição do Programa, a etapa de avaliação pedagógica foi realizada em função de critérios estabelecidos via edital de convocação. De natureza eliminatória, os critérios foram constituídos a partir de aspectos referentes à legislação educacional¹⁰⁶, de cada área de conhecimento e da especificidade de cada componente curricular. Em relação a este último grupo, os critérios se referem tanto ao livro do estudante quanto ao manual do professor. Nessa etapa, as coleções que descumprirem as exigências indicadas nos critérios explicitados em edital são eliminadas do processo seletivo.

No que se refere às três edições realizadas do PNLD para o Ensino Médio, a execução da etapa de avaliação pedagógica foi realizada por instituições públicas de ensino superior (IES). Com base no Decreto Ministerial nº 7.084/2010, para cada edição do Programa foi selecionada uma IES para coordenar o processo de avaliação das coleções inscritas de cada componente curricular. Entretanto, numa busca inicial foi localizado edital específico de chamamento para IES interessadas apenas no âmbito do PNLD 2018.

A partir de consultas realizadas na plataforma e-SIC¹⁰⁷ e disponibilizadas¹⁰⁸ no ANEXO 4 e ANEXO 5, verificou-se que nas duas primeiras edições do PNLD para o Ensino Médio, a seleção de cada IES para coordenar a etapa de avaliação pedagógica de cada componente curricular se deu por meio de convite formalizado via Ofício pelo MEC, não por edital de convocação.

¹⁰⁶ Em relação ao PNLD para o Ensino Médio, os três editais de convocação lançados até o momento (Brasil, 2009b, 2013b, 2015b) indicam, no item 2 do Anexo III, que a avaliação das obras didáticas para cada componente curricular foi feita por meio da articulação de critérios eliminatórios específicos para cada área e para cada componente, para garantir a qualidade didático-pedagógica das obras aprovadas. Em especial, os dois últimos incluíram na avaliação das obras critérios eliminatórios comuns a todas as áreas (legislação educacional).

¹⁰⁷ O Sistema Eletrônico do Serviço de Informação ao Cidadão (e-SIC) é uma plataforma criada pelo Governo Federal com vistas a cumprir o disposto na Lei Federal nº 12.527/2011, que tem o propósito de regulamentar o direito constitucional dos cidadãos ao acesso à informação pública. Maiores informações podem ser obtidas em <<http://www.acessoainformacao.gov.br>>. Acesso ao e-SIC: <<https://esic.cgu.gov.br/>>.

¹⁰⁸ A respeito do processo de convocação das IES nos PNLD 2012 e 2015, foram solicitadas maiores informações ao MEC pelo portal e-SIC, bem como o acesso aos respectivos editais. A resposta dada aos dois protocolos de consulta (ANEXO 4 e ANEXO 5) apontou que não foi publicado edital específico de convocação nas duas edições, pois para cada componente curricular uma IES foi convidada a participar da coordenação de avaliação pedagógica, tendo em vista a produção acadêmica desenvolvida nas áreas de pesquisa, ensino e extensão.

Por sua vez, para o PNLD 2018 foi publicado edital de convocação para IES interessadas em coordenar e executar a etapa de avaliação pedagógica para cada componente curricular. Coordenado pelo MEC, o processo seletivo foi normatizado a partir da Chamada Pública nº 42/2016, que condicionou às IES o cumprimento de um conjunto de exigências para o registro de suas candidaturas, dentre as quais a constituição de proposta de instrumento de avaliação.

Destaca-se aqui a importância da Chamada Pública nº 42/2016 no contexto do PNLD 2018, por trazer mais transparência ao processo de indicação das IES que atuaram na etapa de avaliação pedagógica. O interesse das IES em coordenar e executar o processo de avaliação das coleções didáticas no âmbito do PNLD decorre, em parte, pelo fato do processo como um todo mobilizar um conjunto de atores e, em função disso, atribuir prestígio à instituição, bem como movimentar recursos públicos na forma de bolsas para o seu financiamento¹⁰⁹.

A TABELA 1 apresenta a quantidade de IES que se candidataram à coordenação e execução da etapa de avaliação pedagógica do PNLD 2018 para cada componente curricular do Ensino Médio contemplado no Programa, com base nos critérios apontados na Chamada Pública nº 42/2016:

TABELA 1 – IES INSCRITAS PARA ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA – PNLD 2018

Componente curricular	IES inscritas
Arte	1
Biologia	1
Espanhol	2
Filosofia	1
Física	1
Geografia	3
História	2
Inglês	1
Língua Portuguesa	1
Matemática	1

¹⁰⁹ Para se ter uma ideia disso, cita-se aqui algumas informações disponibilizadas na prestação de contas do Projeto nº 10.024 FAI/UFSCAR, referentes às ações desenvolvidas - análise pedagógica das coleções inscritas, resenhas das coleções aprovadas e pareceres de exclusão das obras reprovadas – pelo grupo de trabalho responsável em realizar a etapa de avaliação pedagógica das coleções didáticas de Física no âmbito do PNLD 2018. Segundo o relatório final, o custo total do processo foi de R\$ 1.072.906,76, sendo R\$ 635.832,85 referentes a despesas com pessoal na modalidade Remuneração de Pessoa Física sem Vínculo e 153 mil reais destinados ao pagamento de bolsas no âmbito do Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico (PIDICT), da UFSCAR. Cada avaliador recebeu o valor bruto de R\$ 17.776,48 dividido em duas parcelas (esse valor não inclui despesas com viagem, hospedagem e alimentação). As coordenações do projeto foram custeadas por bolsa PIDICT, em parcelas que totalizaram aproximadamente 50 mil reais para cada função. Maiores informações podem ser obtidas em <<http://www.transparencia.fai.ufscar.br/Projetos/DetalhesProjeto/10024>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

Componente curricular	IES inscritas
Química	1
Sociologia	1

FONTE: Consulta via e-SIC (ANEXO 1).

Os dados da TABELA 1 indicam não ter havido interesse expressivo das IES na formalização de candidaturas para coordenar e executar a etapa de avaliação pedagógica do PNLD 2018. Não cabe aqui discutir os motivos que possam ter contribuído para esse cenário, contudo é possível considerar em certa medida que as condições impostas pela Chamada Pública nº 42/2016 para a formalização de candidaturas favoreceram IES que já haviam atuado em edições anteriores do Programa, por já possuírem a expertise necessária para constituir o plano de trabalho exigido.

A escolha dos membros das equipes de coordenação pedagógica, coordenação institucional e de avaliadores seguiu critérios definidas pelo MEC em cada edição do Programa, considerando critérios específicos como a formação na área de conhecimento por exemplo. Até o PNLD 2015, a indicação dos profissionais que iriam atuar no processo era feita pela própria IES responsável em coordenar a etapa de avaliação pedagógica de cada componente curricular.

Com a Portaria Ministerial nº 51/2015, passou a ser constituído um Banco de Avaliadores no âmbito do PNLD, com vistas a abrigar o currículo de todos os profissionais interessados e aptos a atuar na função. Na última edição do Programa para o Ensino Médio (PNLD 2018) houve alteração nas regras de composição dessa equipe, sendo que a indicação da IES responsável pela etapa foi restrita a 50% do efetivo necessário de avaliadores. Os demais foram convocados mediante sorteio a partir do Banco de Avaliadores, com a respectiva homologação pela Comissão Técnica do PNLD, vinculada ao MEC.

A ficha de avaliação é um elemento importante decorrente do processo de seleção das IES interessadas na participação do programa. Enquanto instrumento de avaliação, deve ser composta por indicadores constituídos a partir dos critérios eliminatórios presentes no edital do PNLD, constituindo assim o instrumento a ser utilizado pela equipe de avaliadores no processo de análise pedagógica das coleções inscritas.

Cada indicador contido no instrumento está vinculado a um critério presente no edital que rege o Programa e, em função de sua natureza eliminatória, deve ser

atendido no processo de avaliação para que a aprovação da coleção ocorra. A ficha deve constituir-se num instrumento analítico, cuja imparcialidade necessária depende em parte da estruturação dos critérios contidos no edital, bem como estes se explicitam nos indicadores do instrumento. Assim, com base em dados extraídos da coleção avaliada, cabe ao avaliador responder a cada indicador da ficha se a coleção atende ou não ao que é solicitado, atribuindo-lhe uma resposta do tipo “SIM” ou “NÃO”.

A ficha de avaliação é utilizada na etapa de avaliação pedagógica das coleções inscritas, cujo processo se desenvolve em função do cronograma proposto pela IES responsável para cada componente curricular, respeitando as exigências do MEC. Em linhas gerais, cada coleção didática inscrita é atribuída a uma dupla de avaliadores na modalidade duplo-cego, isto é, o processo é realizado por avaliadores independentes, cada um emitindo parecer próprio de aprovação/reprovação. Posteriormente, os pareceres são confrontados e, caso haja necessidade, um terceiro avaliador é convocado para dirimir eventuais divergências.

Conforme previsto nos editais, o não cumprimento de qualquer critério implica a eliminação de uma determinada coleção didática. Considerando que a ficha de avaliação constitui o instrumento de análise empírica, por meio do qual cabe ao avaliador buscar elementos na coleção avaliada que permitam responder por si só se a mesma atende ao que está sendo solicitado, é de se supor que o não atendimento a qualquer indicador configura o não atendimento a um determinado critério previsto em edital.

Para tal, é essencial que os critérios presentes no edital possuam clareza e estejam bem estruturados. Em outras palavras, para que o processo de avaliação pedagógica possa se desenvolver da forma mais clara e justa possível para todas as partes interessadas, os critérios que nortearão o processo devem ser passíveis de serem expressos em proposições factuais¹¹⁰, cujo valor verdade assumido depende essencialmente da análise objetiva da coleção avaliada, cabendo ao avaliador possuir os pré-requisitos mínimos para operar com o instrumento. Essas proposições universais seriam os indicadores da ficha de avaliação.

¹¹⁰ Com base em Japiassu e Marcondes (2006), neste trabalho entende-se por **proposição** a formulação linguística de um **juízo** que designa, por sua vez, a relação que se estabelece através do pensamento entre conceitos distintos. Do ponto de vista lógico, uma proposição seria a expressão linguística da relação predicativa entre dois conceitos, podendo ser verdadeira ou falsa.

Desse modo, ao se constituir enquanto instrumento de análise, a ficha de avaliação seria composta por um conjunto de n indicadores (proposições), cuja aprovação da coleção se daria se e somente se a coleção cumprisse com todos os indicadores apontados. Formalmente:

$$(i_1 \wedge i_2 \wedge i_3 \wedge \dots \wedge i_n) \leftrightarrow \text{coleção aprovada}^{111}$$

Em outras palavras, o raciocínio acima expressa a condição lógica para que o processo de avaliação pedagógica resulte na aprovação da coleção, caso todos os indicadores possuam a estrutura de uma proposição lógica. Cabe ao avaliador, além do domínio conceitual específico de cada proposição, buscar na coleção avaliada elementos que sustentem o valor-verdade (SIM ou NÃO) expresso pelo indicador. Ressalta-se que nessa esfera é possível demonstrar o valor-verdade de cada proposição a partir de elementos contidos na coleção avaliada.

Entretanto, reduzir o processo de análise pedagógica das coleções inscritas para o PNLD à aplicação de um instrumento de verificação baseado na demonstração do valor-verdade de proposições impõe restrições de ordem epistemológica ao processo, pois algumas articulações que devem ser avaliadas nas coleções não se expressam de forma explícita, cabendo o posicionamento por parte do avaliador. A pluralidade de concepções presentes no campo da Educação impede que, por si só, o instrumento possa assumir caráter exclusivamente objetivo, demandando ao avaliador posicionamentos na forma de juízos de valor¹¹², os quais não dependerão apenas do objeto que é avaliado, mas de elementos intrínsecos à subjetividade do agente responsável pela análise, dentre os quais sua formação acadêmica, atuação profissional e suas experiências vividas.

Assim, assume-se nesta pesquisa que as fichas de avaliação utilizadas nas edições do PNLD carregam consigo as tensões entre a natureza objetiva e subjetiva

¹¹¹ Essencialmente, a expressão acima indica a relação lógica entre os indicadores elencados e a aprovação da coleção candidata: “**Se e somente se** todos os indicadores forem atendidos no processo de avaliação, a coleção será aprovada”. A tabela-verdade correspondente mostra que a segunda parte da expressão somente assume verdadeiro caso todos os indicadores possuam esse mesmo valor-verdade.

¹¹² Baseada na distinção entre natureza e cultura, Chauí (2000) aponta dois tipos de juízos: de **fato** (proposicionais) e de **valor** (éticos). Por meio dos juízos de fato se expressam aspectos relativos a propriedades dos objetos em geral, consensuais entre os indivíduos, o que reflete a dimensão objetiva que carregam. Esses juízos estão presentes no cotidiano e também na constituição do conhecimento científico. Por sua vez, os juízos de valor assumem dimensão normativa, na medida em que carregam uma base ética e moral, levando consigo a dimensão subjetiva. Esse tipo de juízo decorre do julgamento realizado a partir de percepções individuais.

do ato de avaliar. No entanto, por se tratar de um processo com regras previstas em edital, é necessário que a avaliação pedagógica das obras apresente o maior grau de objetividade possível, dependendo assim da aplicação de instrumentos constituídos por indicadores claros e precisos, tanto em termos estruturais quanto em função de uma epistemologia subjacente. A ausência disso certamente acarretará ao processo a perda de objetividade, o qual dependerá exclusivamente da dimensão subjetiva do avaliador. Indicadores pouco precisos demandarão esforço dos avaliadores e eventuais discrepâncias poderão surgir do processo de avaliação das coleções.

6.2 A PRESENÇA DO COMPONENTE CURRICULAR FÍSICA NO PNLD

A Física se fez presente como componente curricular nas três edições do PNLD para o Ensino Médio cuja seleção de coleções didáticas se desenvolveu até então. O estudo dos editais de convocação e dos documentos decorrentes publicados ao longo destes anos possibilitou compreender aspectos em comum nas diferentes edições do Programa. Por outro lado, as estatísticas divulgadas pelo FNDE permitiram inferir o padrão de consumo das coleções didáticas de Física desde então.

6.2.1 A oferta do componente curricular no PNLD: dados quantitativos

Conforme mencionado anteriormente, no âmbito do PNLEM a Física foi contemplada em apenas uma edição, especificamente no triênio 2009-2011. Nela foram inscritas 22 coleções didáticas (volumes únicos e coleções com três volumes) e o processo de avaliação resultou na aprovação de apenas seis coleções, das quais três eram constituídas por volumes únicos e três por livros seriados, resultando numa taxa de reprovação de 70% das coleções inscritas. Todas as coleções aprovadas eram títulos de autores já conhecidos no mercado editorial, não havendo nenhuma inovação.

Com a incorporação do PNLEM ao PNLD, o componente curricular Física foi contemplado nas três edições realizadas para o Ensino Médio até então. No que se refere à quantidade de coleções inscritas e aprovadas em cada edição do PNLD para o Ensino Médio, a TABELA 2 organiza as informações relativas para cada componente curricular da área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química).

TABELA 2 – COLEÇÕES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA INSCRITAS E APROVADAS NO PNLD

Componente curricular	Edição do PNLD	Coleções¹¹³ inscritas	Coleções aprovadas	Percentual de aprovação
Biologia	2012	16	08	50%
	2015	16	09	56%
	2018	12	10	83%
Física	2012	17	10	59%
	2015	20	14	70%
	2018	16	12	75%
Química	2012	19	05	26%
	2015	13	04	31%
	2018	13	06	46%

FONTE: Brasil (2011a, 2011b, 2014a, 2014b, 2014c, 2017a, 2017b, 2017c).

De acordo com a TABELA 2, ao longo das três edições do PNLD para o Ensino Médio houve aumento no percentual de coleções aprovadas para cada componente curricular. Nota-se, no entanto, diferenças expressivas nas respectivas taxas de aprovação. Em relação à Física, percebe-se que apresenta a maior taxa de aprovação de coleções inscritas nas duas primeiras edições do Programa, ficando em segundo lugar apenas no PNLD 2018.

Ao passo que a taxa de aprovação das coleções didáticas de Física inscritas variou de 59% para 75%, nas coleções de Química observa-se uma taxa bem menor, variando de 26% para 46%. Tal diferença não pode ser explicada tomando apenas um aspecto isolado, mas pode ser problematizada em função das características próprias dos critérios e dos instrumentos utilizados no processo de avaliação pedagógica de ambos os componentes.

De acordo com os editais, à exceção dos componentes curriculares Filosofia, Sociologia e Arte, as coleções dos demais componentes deve ser organizada em três volumes. Na primeira edição do Programa não foi imposto limite na quantidade de páginas das coleções inscritas, tanto para o livro do estudante quanto para o manual do professor. Por sua vez, a partir do PNLD 2015 foi fixado o limite máximo para as coleções em função do componente curricular, limite que foi reduzido ainda mais no PNLD 2018. Para as coleções de Física, o limite máximo para o livro do estudante era de 320 páginas no PNLD 2015, passando para 288 páginas no PNLD 2018. Por sua vez, o manual do professor, que compreende o livro do aluno acrescido de orientações

¹¹³ Os dados relativos ao PNLD 2012 foram obtidos a partir de solicitação realizada via e-SIC, que se encontra disponível no ANEXO 2.

metodológicas para o trabalho docente, passou de 464 páginas no PNLD 2015 para 404 páginas no PNLD 2018.

No que se refere ao perfil das coleções didáticas aprovadas de Física ao longo das três edições do PNLD para o Ensino Médio, a TABELA 3 foi organizada com informações relativas à autoria, bem como à quantidade de páginas que cada volume do livro do estudante apresenta.

TABELA 3 – QUANTIDADE DE PÁGINAS DO LIVRO DO ESTUDANTE - FÍSICA

Autoria das coleções	PNLD 2012			PNLD 2015			PNLD 2018			Variação percentual em relação à primeira edição		
	v. 1	v. 2	v. 3	v.1	v. 2	v. 3	v. 1	v. 2	v. 3	v. 1	v. 2	v. 3
Barreto e Xavier	368	336	384	304	304	320	288	288	256	-22%	-14%	-33%
Máximo e Alvarenga	400	360	448	320	320	320	288	256	280	-28%	-29%	-38%
Pietrocola e outros	400	496	528	288	288	304	288	288	288	-28%	-42%	-45%
Newton e outros	448	448	368	320	320	320	288	288	288	-36%	-36%	-22%
Aurélio e Toscano	264	216	200	288	232	216	288	240	240	9%	11%	20%
Martini e outros	472	448	416	320	320	288	288	287	280	-39%	-36%	-33%
Gaspar	376	448	416	304	320	320	288	288	288	-23%	-36%	-31%
Fuke e Kazuhito	384	336	288	320	320	304	288	288	288	-25%	-14%	0%
Torres e outros	320	264	360	320	272	320	288	280	288	-10%	6%	-20%
Guimarães e outros	Não integrou o Programa			320	312	296	288	280	288	-10%	-10%	-3%
Editora SM	Não integrou o Programa			304	312	320	288	288	288	-5%	-8%	-10%
Bonjorno e outros	Não integrou o Programa			320	288	304	288	288	272	-10%	0%	-11%
Menezes e outros	264	232	240	272	256	272	Não integrou o Programa			3%	10%	13%
Artuso e Wrublewski	Não integrou o Programa			320	320	320	Não integrou o Programa			---	---	---

FONTE: O autor (2019).

A análise da TABELA 3 mostra que 36 coleções didáticas de Física foram aprovadas e compuseram as edições do PNLD para o Ensino Médio até então. Dessas, a maior parte (25 coleções) provém de autores que já possuíam publicações no mercado editorial brasileiro nas últimas décadas. Em relação às demais coleções, seis são de autores recém-inseridos no mercado editorial de livros didáticos e cinco

são frutos de grupos de pesquisa ligados à pesquisa em Ensino de Física. No que se refere ao perfil das coleções aprovadas ao longo das três edições do Programa, percebe-se a hegemonia de autores e grupos editoriais já consolidados no mercado brasileiro.

Das catorze equipes de autores, apenas nove tiveram suas coleções aprovadas nas três edições do PNLD para o Ensino Médio. Em função do caráter sigiloso do processo de seleção das coleções inscritas, não é possível afirmar que os demais grupos de autores tiveram suas coleções reprovadas ou que não inscreveram suas coleções em uma dada edição.

Considerando os autores que tiveram coleções aprovadas ao longo das três edições do Programa, a TABELA 3 apresenta o percentual de redução da quantidade de páginas da última coleção aprovada (PNLD 2018) em relação à primeira (PNLD 2012). Nesse sentido, com base nos dados apresentados infere-se que, em média, as coleções aprovadas na última edição são cerca de 20% menos volumosas quando comparadas às coleções homônimas aprovadas na primeira edição do Programa. Possivelmente essa redução implicou em cortes, que não se limitaram apenas a conteúdos ou tópicos, mas a atividades, a leituras complementares, etc.

Especificamente, em termos de participação editorial no PNLD para o Ensino Médio – Física, os principais grupos editoriais que atuam no país estiveram presentes. As altas taxas de aprovação ao longo das edições do PNLD aliadas à quantidade de coleções inscritas permitiram que as editoras tradicionais no mercado de livros didáticos de Física - FTD, Ática, Scipione, Saraiva e Moderna - mantivessem sua presença ao longo das três edições, inclusive cada uma com mais de uma coleção aprovada. Por outro lado, ao longo das edições do Programa outros grupos conseguiram se inserir, ainda que de forma modesta, como as editoras Positivo, Pearson, Leya, e Brasil. Destaca-se nesse cenário a editora SM que conseguiu ter aprovada uma coleção com bom desempenho de vendas, conforme será exposto adiante.

A primeira edição do PNLD para o Ensino Médio contou com dez coleções didáticas de Física aprovadas e disponibilizadas para escolha dos professores. Com base nos dados publicados pelo FNDE, a TABELA 4 foi organizada a fim de ilustrar o percentual de aquisição das coleções (livros do estudante e manuais do professor).

TABELA 4 – PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNLD 2012

Editora	Coleção (Autoria)	Quantidade de livros ¹	Percentual da coleção ²	Percentual da Editora ²
FTD	<i>Física Aula por Aula</i> (Barreto e Xavier)	2.311.294	24,02%	31,56%
	<i>Física em contextos: pessoal, social e histórico</i> (Pietrocola e outros)	725.604	7,54%	
Moderna	<i>Conexões com a Física</i> (Martini e outros)	1.202.956	12,50%	23,67%
	<i>Física – Ciência e Tecnologia</i> (Torres e outros)	1.074.359	11,17%	
Saraiva	<i>Física para o Ensino Médio</i> (Kazuhito e Fuke)	1.050.214	10,92%	20,86%
	<i>Física</i> (Newton e outros)	956.826	9,95%	
Scipione	<i>Curso de Física</i> (Alvarenga e Máximo)	914.512	9,51%	12,41%
	<i>Física e Realidade</i> (Aurélio e Toscano)	279.465	2,90%	
Ática	<i>Compreendendo a Física</i> (Gaspar)	649.389	6,75%	6,75%
PD	<i>Quanta Física</i> (Menezes e outros)	456.494	4,74%	4,74%

FONTE: (1) FNDE¹¹⁴; (2) O autor (2019).

Da TABELA 4 se pode concluir que foram adquiridos e distribuídos 9.621.113 exemplares de livros didáticos de Física na primeira edição em que a Física foi contemplada no PNLD. Desse montante, 31,56% foi adquirido de uma mesma editora (FTD), ao passo que a editora com menor porcentagem de participação (PD) obteve 4,74%. Dez coleções foram aprovadas para o PNLD 2012, representando em sua maioria coleções de autores já consagrados no mercado editorial. Percebe-se, contudo, que coleções inéditas tiveram desempenho similar ou melhor que coleções com longa tradição, ainda que ficassem próximos da média de participação.

Por sua vez, o PNLD 2015 contou com 14 coleções didáticas de Física aprovadas e disponibilizadas para escolha dos professores. Com base nos dados publicados pelo FNDE, a TABELA 5 foi organizada a fim de ilustrar o percentual de aquisição das coleções (livros do estudante e manuais do professor).

¹¹⁴ A tabela foi construída com base nas informações disponibilizadas através do link: <<http://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/125-guias?download=9160:pnld-2012-colecoes-mais-distribuidas-por-componente-curricular>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

TABELA 5 – PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNLD 2015

Editora	Coleção (Autoria)	Quantidade de livros ¹	Percentual da coleção ²	Percentual da Editora ²
FTD	<i>Física</i> (Bonjorno e outros)	1.408.996	18,65%	31,52%
	<i>Física Aula por Aula</i> (Barreto e Xavier)	754.479	9,99%	
	<i>Física – conceitos e contextos: pessoal, social e histórico</i> (Pietrocola e outros)	217.490	2,88%	
Saraiva	<i>Física para o Ensino Médio</i> (Kazuhito e Fuke)	570.599	7,55%	14,94%
	<i>Física</i> (Newton e outros)	557.965	7,39%	
Moderna	<i>Conexões com a Física</i> (Martini e outros)	567.575	7,51%	13,27%
	<i>Física – Ciência e Tecnologia</i> (Torres e outros)	434.881	5,76%	
SM	<i>Ser Protagonista – Física</i> (Editora SM)	890.843	11,79%	11,79%
Ática	<i>Física</i> (Guimarães e outros)	571.766	7,57%	10,43%
	<i>Compreendendo a Física</i> (Gaspar)	216.288	2,86%	
Scipione	<i>Física – Contexto & Aplicações</i> (Alvarenga e Máximo)	581.634	7,70%	7,70%
Leya	<i>Física – Interação e Tecnologia</i> (Aurélio e Toscano)	415.946	5,51%	5,51%
Positivo	<i>Física</i> (Artuso e Wrublewski)	268.155	3,55%	3,55%
Pearson	<i>Quanta Física</i> (Menezes e outros)	98.222	1,30%	1,30%

FONTE: (1) FNDE¹¹⁵; (2) O autor (2019).

Com um aumento de 40% de coleções aprovadas nessa edição do Programa em relação ao PNLD 2012, a tendência seria que a participação percentual de cada editora fosse menor. Entretanto, os dados apresentados na TABELA 5 mostram que a editora FTD conseguiu a maior fatia de vendas, praticamente se consolidando com o mesmo percentual em relação à edição anterior. Isso se deve ao fato de uma coleção em especial ter sido aprovada para essa edição, cujos autores são conhecidos há décadas pelos professores de Física no mercado editorial brasileiro.

Destaca-se também nessa edição o percentual de vendas da coleção que ficou em segundo lugar (*Ser Protagonista – Física*), justamente por ser uma coleção

¹¹⁵ A tabela foi construída com base nas informações disponibilizadas através do link: <<http://www.fnnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/35-dados-estatisticos?download=9374:pnld-2015-colecoes-mais-distribuidas-por-componente-curricular-ensino-medio>>. Acesso em: 01 jun. 2018.

inédita no mercado editorial brasileiro. As demais coleções cujos autores participaram do PNLD anterior sofreram redução expressiva em termos percentuais nas vendas. Isso se deve, em parte, à forte adesão dos professores na coleção que ficou em primeiro lugar no ranking e, também, pelo fato de se ter uma maior quantidade de coleções aprovadas. Certamente, tal situação dificulta a inserção de publicações de novos autores num mercado caracterizado, em grande parte, pela forte presença de autores já consagrados, ainda que isso não reflita, necessariamente, na qualidade que o Programa se propõe a trazer para a sala de aula.

Com base na TABELA 5, percebe-se que no PNLD 2015 foram adquiridos e distribuídos com recursos públicos um total de 7.554.839 exemplares de livros didáticos de Física (livros do estudante e manuais do professor). Observa-se que, em relação à edição anterior, houve redução de 23,67% na quantidade de exemplares adquiridos, sem considerar que o limite de páginas exigido nessa edição reduziu ainda mais o custo final do Programa.

Por fim, 12 coleções didáticas de Física foram aprovadas e disponibilizadas para escolha no PNLD 2018. Com base nos dados obtidos do FNDE via solicitação feita pelo e-SIC (ANEXO 3), a TABELA 6 foi organizada a fim de ilustrar o percentual de aquisição das coleções (livros do estudante e manuais do professor) por editora.

TABELA 6 – PERCENTUAL DE DISTRIBUIÇÃO DAS COLEÇÕES DE FÍSICA – PNLD 2018

Editora	Coleção (Autoria)	Quantidade de livros ¹	Percentual da coleção ²	Percentual da Editora ²
FTD	<i>Física</i> (Bonjorno e outros)	1.523.937	20,13%	33,17%
	<i>Física Aula por Aula</i> (Barreto e Xavier)	986.936	13,04%	
Saraiva	<i>Física para o Ensino Médio</i> (Kazuhito e Fuke)	679.850	8,98%	16,91%
	<i>Física</i> (Newton e outros)	600.491	7,93%	
Moderna	<i>Conexões com a Física</i> (Martini e outros)	678.714	8,97%	16,21%
	<i>Física – Ciência e Tecnologia</i> (Torres e outros)	547.959	7,24%	
SM	<i>Ser Protagonista – Física</i> (Editora SM)	737.234	9,74%	9,74%
Scipione	<i>Física – Contexto & Aplicações</i> (Alvarenga e outros)	539.742	7,13%	7,13%
Ática	<i>Compreendendo a Física</i> (Gaspar)	282.677	3,73%	6,83%
	<i>Física</i> (Guimarães e outros)	234.352	3,10%	
Brasil	<i>Física em contextos</i> (Pietrocola e outros)	389.831	5,15%	5,15%

Editora	Coleção (Autoria)	Quantidade de livros ¹	Percentual da coleção ²	Percentual da Editora ²
Leya	<i>Física – Interação e Tecnologia</i> (Aurélio e Toscano)	367.637	4,86%	4,86%

FONTE: (1) FNDE ¹¹⁶; (2) O autor (2019).

As coleções aprovadas para compor o PNLD 2018 são de autores que participaram da edição anterior do Programa, não havendo nenhuma nova inserção autoral. Nem todos os autores que participaram do PNLD 2015 tiveram suas coleções disponibilizadas para escolha nessa edição, não sendo possível, com base nas informações apontadas, argumentar se os autores optaram por não participar da seleção do PNLD 2018 ou se suas coleções não foram aprovadas no processo de seleção.

Nessa edição, foram adquiridos e distribuídos 7.569.360 exemplares de livros didáticos (livros do estudante e manuais do professor), o que representa um pequeno incremento (0,2%) em relação à edição anterior. Desse total, percebe-se que cerca de um terço foi adquirido da mesma editora (FTD) que, mesmo tendo uma coleção inscrita a menos, obteve desempenho superior quando comparado ao do PNLD 2015.

A partir da análise da TABELA 6, nota-se que o desempenho de vendas das coleções mudou pouco em relação ao PNLD 2015, mostrando-se bem definido, sobretudo, entre as cinco coleções mais escolhidas. Convém ressaltar que as coleções que não se fizeram presentes no PNLD 2018 representaram menos de 5% da distribuição na edição anterior, cuja ausência portanto não impactou esse quadro.

6.2.2 A etapa de avaliação pedagógica para o PNLD – Física

Conforme mencionado anteriormente, a avaliação pedagógica é a última etapa do processo de seleção e avaliação em cada edição do PNLD. Para cada componente curricular, essa etapa foi desenvolvida por uma IES selecionada pela Comissão Técnica do PNLD, com base no seu plano de trabalho e a partir do instrumento constituído (ficha de avaliação).

Ao longo das três edições do PNLD para o Ensino Médio, várias IES estiveram envolvidas na coordenação e execução da etapa de avaliação pedagógica dos

¹¹⁶ A tabela foi construída com base nas informações disponibilizadas pela Coordenação Geral dos Programas do Livro - CGPLI/MEC, a partir de solicitação feita via e-SIC disponível no ANEXO 3.

diferentes componentes curriculares. A consulta aos Guias de Livros Didáticos de Biologia, Física e Química permite identificar quais IES ficaram responsáveis por essa etapa de seleção em cada edição. Para o componente curricular Química, a coordenação do processo de avaliação das coleções ficou sob responsabilidade de uma IES diferente em cada edição (UFOP, UFABC e UFU, nessa ordem), ao passo que em relação ao componente curricular Biologia, a UFSCAR ficou responsável em coordenar a avaliação nos PNLD 2012 e 2018 e a UFG pelo PNLD 2015.

Em relação ao componente curricular Física, a instituição selecionada para coordenar a avaliação pedagógica das coleções inscritas nas três edições realizadas do Programa foi a UFSCAR. A coordenação institucional ficou sob responsabilidade do professor Dr. Carlos Alberto Olivieri (PNLD 2012) e da professora Dra. Ducinei Garcia (PNLD 2015 e 2018). Por sua vez, a coordenação pedagógica das três edições ficou sob responsabilidade da professora Dra. Alice Helena Campos Pierson.

A permanência da mesma IES na coordenação do processo de avaliação pedagógica das coleções do componente curricular Física, inscritas ao longo das três edições do PNLD para o Ensino Médio, permite compreender o porquê de a ficha de avaliação ter sofrido poucas alterações ao longo das três edições realizadas e as possíveis implicações desse fato.

Em sua essência, o instrumento avaliativo constituiu-se de cinco blocos: (i) legislação e cidadania; (ii) abordagem teórico-metodológica e proposta didático-pedagógica; (iii) conceitos, linguagens e procedimentos; (iv) manual do professor; (v) projeto editorial. Por sua vez, cada bloco foi organizado a partir de um conjunto de indicadores, os quais variaram em função de cada edição do Programa.

Configurando parte da base para a constituição do instrumento de avaliação das coleções de Física, os critérios eliminatórios específicos para o componente curricular relacionados ao Livro do Estudante não sofreram, por parte da Comissão Técnica do PNLD vinculada ao MEC, mudanças ao longo das três edições. Entretanto, em função das alterações nas legislações educacionais nos últimos anos, os critérios gerais presentes nos editais foram sendo modificados.

A descrição da estrutura do instrumento de avaliação utilizado em cada componente curricular é encontrada no Guia de Livros Didáticos de cada componente curricular. Em relação à Física, conforme consta nos Guias das edições já realizadas, a coleção inscrita que não cumprir com qualquer indicador presente na ficha de avaliação está automaticamente excluída do processo seletivo.

Assim como nas demais edições, o Guia de Livros Didáticos de Física do PNLD 2018 detalha a estrutura completa da ficha de avaliação utilizada no processo de seleção das coleções, apresentando quatro opções de marcação para cada indicador, sendo que três delas se referem à opção SIM (indicador plenamente atendido, parcialmente atendido e superficialmente atendido), ao passo que a última possibilidade se refere à opção NÃO. A seleção dessa última opção implicaria na eliminação da coleção do processo de seleção do PNLD por não atender ao indicador expresso.

Na apresentação da ficha de avaliação utilizada no PNLD 2018, o Guia de Livros Didáticos para o componente curricular Física especifica que, para cada bloco do instrumento, o avaliador deverá selecionar exemplos que fundamentem o seu parecer. Nesse sentido, o Guia expressa o entendimento de que,

Como **a resposta negativa a qualquer indicador implica a não recomendação da coleção**, os indicadores nessas condições devem ser cuidadosamente considerados e justificados. **Aspectos positivos também devem ser ressaltados** e apontados claramente, pois serão indispensáveis para uma boa caracterização da coleção em questão (BRASIL, 2017a, p. 97, grifos do autor).

Pode-se depreender que essa forma de organização do instrumento de avaliação do componente curricular Física, conjugada com a existência de indicadores que demandam juízos de valor, aumenta a responsabilidade do avaliador, na medida em que seu trabalho não depende exclusivamente dos dados objetivos presentes na coleção avaliada, mas da articulação desses elementos em função de sua subjetividade, o que será determinante, tanto para selecionar uma das três opções afirmativas ou a opção negativa. Em todo caso, de acordo com essa proposta a eliminação decorre apenas da última opção.

Entende-se que, em princípio, quando propõe três tipos de opção SIM e um tipo de opção NÃO, a proposição de instrumento apresentada para o componente curricular Física vai de encontro ao que se encontra expresso no edital. A clareza de cada indicador é um aspecto fundamental, pois é em sua estrutura que reside o que deve ser observado: a sua precisão conceitual (o seu respaldo epistemológico) e o alcance estabelecido a partir da relação conceitual (se o indicador está estruturado numa proposição universal ou particular). Desde modo, pode-se esperar que o

instrumento possua um grau de objetividade, cujo reflexo de sua aplicação esteja materializado na coleção avaliada.

Por isso, visando tornar o processo mais coerente, se faz necessário um maior grau de objetividade no instrumento de análise, cabendo ao avaliador apenas o papel de buscar na coleção didática avaliada os elementos necessários para determinar e demonstrar logicamente o valor verdade do indicador. Caso não haja precisão quanto à estruturação lógica do indicador, pode-se abrir precedente através do qual se transfere ao avaliador a tarefa de se posicionar, o que pode motivar recursos em caso de reprovação da coleção, mas que pode, também, permitir, eventualmente, a aprovação de obras que não atendam às necessidades do ensino de Física.

Percebe-se, portanto, que o êxito do processo de avaliação pedagógica das coleções didáticas depende de vários fatores, dentre os quais a estrutura da ficha de avaliação e o perfil técnico de quem irá operar com o instrumento. Em relação à ficha, entende-se que a sua qualidade está atrelada ao seu grau de objetividade, bem como à estrutura formal de seus indicadores, que devem estabelecer relações precisas entre conceitos.

Em função dos objetivos deste trabalho, na sequência será analisada como a História da Ciência se expressa nos critérios e indicadores para o componente curricular Física, tendo em vista sua importância para o ensino apontada pela pesquisa acadêmica, bem como pelos recentes documentos curriculares.

6.3 A PRESENÇA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO PROCESSO SELETIVO DO PNL D - FÍSICA

Com vistas a compreender em que medida a História da Ciência se fez presente nas exigências do PNL D para o componente curricular Física ao longo das três edições realizadas até então, foram analisados os critérios expressos nos editais de convocação, os indicadores contidos nas fichas de avaliação constituídas e utilizadas, bem como o perfil profissional e acadêmico dos responsáveis pelo processo de avaliação das obras.

6.3.1 História da Ciência presente nos critérios eliminatórios específicos

As três edições do PNLD para o Ensino Médio tiveram seus respectivos editais constituídos a partir do disposto no Decreto nº 7.084/2010, até então vigente. Em seu artigo 10, esse documento atribuía ao FNDE a responsabilidade de publicar via edital as regras do processo de inscrição, bem como os parâmetros e critérios para a etapa de seleção das coleções didáticas, entre outras providências.

Conforme dispõe o Decreto, coube ao MEC constituir Comissão Técnica integrada por especialistas das diferentes disciplinas. Dentre as funções atribuídas à comissão estaria a de subsidiar a construção de cada edital de convocação, por meio da definição dos critérios a serem observados na etapa de avaliação pedagógica. No caso da disciplina de Física, o membro da Comissão Técnica nas três edições foi o professor Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan (UFMS), conforme informação disponibilizada nos três Guias.

O edital de convocação é o documento basilar para cada edição do PNLD. É nesse documento que são explicitadas as regras do processo, desde as exigências relativas a cada componente curricular, os prazos a serem considerados, bem como a descrição dos mecanismos inerentes a cada etapa. No que se refere às três edições em que a Física foi contemplada no Programa, observou-se que em cada edital foi realizada a apresentação da especificidade de cada componente curricular, seguida pela listagem dos respectivos critérios eliminatórios específicos.

Da análise dos editais e no que se refere à Física é possível concluir que, embora os documentos a apresentem de forma distinta ao longo das edições, procuram enfatizar o seu papel na formação dos estudantes. Esses documentos destacam a importância de se considerar a contextualização do conhecimento físico, sua vinculação com a tecnologia, a necessidade de se promover a experimentação no ensino, a importância de se estabelecer relações entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano, entre outros aspectos. Em nenhum momento se percebe nos editais a preocupação em vincular a Física com a preparação para os exames externos, seja o ENEM ou os concursos vestibulares.

Apesar de ser utilizada a expressão “componente curricular”, os editais expressam o entendimento da Física enquanto disciplina escolar ou matéria de ensino, que mantém forte relação com a disciplina acadêmico-científica de referência.

Os três editais¹¹⁷ destacam que essa relação deve ser mantida, sem que seja de subserviência ou de subordinação. Contudo, no âmbito desses documentos, esse aspecto requer a devida reflexão epistemológica, caso contrário corre-se o risco de se considerar a Física Escolar como uma mera simplificação da Física de referência.

A respeito desse ponto, tal relação deve ser situada no âmbito da Didática das Ciências, uma vez que o arcabouço conceitual da disciplina escolar Física cumpre finalidade distinta do *corpus* de conhecimentos da Física enquanto campo de referência. Nesse sentido, a Física Escolar não pode ser entendida como uma mera simplificação do campo científico, seja em função da modelagem das situações utilizadas, na delimitação das condições de contorno para a aplicação das leis e teoremas ou no grau de abstração envolvida; tampouco os livros didáticos da disciplina podem ser interpretados como reproduções resumidas do rol de tópicos conceituais consolidados em manuais universitários destinados à formação de futuros profissionais em nível superior (físicos, engenheiros, matemáticos, etc.).

Acerca das tensões que marcam a identidade da Física Escolar, os editais do PNLD destacam o papel que a contextualização socio-histórica assume com vistas a tornar o conhecimento escolar de Física pertinente e acessível, contribuindo assim para a formação dos estudantes. Nesse sentido, no âmbito da Física Escolar somam-se aos conhecimentos físicos os aspectos intrínsecos à sua gênese e desenvolvimento, bem como os relacionados ao contexto de produção. Em relação a isso, o último edital de convocação destaca que,

Como decorrência, é fundamental que, no âmbito escolar, a Física, como uma das Ciências da Natureza, seja apresentada de forma a se possibilitar uma compreensão global dessa ciência. Assim, deve-se valorizar não a sua estrutura conceitual, os conhecimentos físicos propriamente ditos, mas também os principais aspectos de sua história e das suas formas particulares de se constituir. Isso significa abrir espaços para discussões em que elementos da História e da Epistemologia da Física estejam presentes (BRASIL, 2015b, p. 54).

Assim, percebe-se no PNLD o reconhecimento do potencial que a História da Ciência apresenta para o ensino de Física. Tal fato está em sintonia com os documentos curriculares nacionais voltados para a Física como os PCN, PCN+ e as OCEM. Contudo, é com a análise dos critérios eliminatórios e dos indicadores da ficha

¹¹⁷ Brasil (2009b, 2013b, 2015b).

de avaliação que será possível compreender se no PNLD houve um movimento no sentido de possibilitar a presença desses elementos em sala de aula via livro didático.

No que se refere à presença efetiva da História da Ciência enquanto exigência obrigatória nos editais das edições realizadas até então, observou-se que, embora não haja referência direta ao campo nos critérios eliminatórios, suas contribuições são demandadas tanto nos critérios referentes à área de conhecimento (PNLD 2015 e 2018), como em critérios específicos para o componente curricular Física. Considerando que os critérios específicos para o componente curricular aprofundam os critérios gerais no âmbito da área de conhecimento e que cada critério é de natureza eliminatória, serão analisados neste trabalho apenas a estrutura dos critérios específicos relacionados à Física, em particular os voltados ao livro do estudante.

A análise dos três editais de convocação do PNLD para o Ensino Médio evidencia que não houve mudanças nos critérios específicos de Física. De um total de dezessete, apenas dois estão diretamente relacionados à exigência da presença da História da Ciência nas coleções didáticas. Tomando-se como referência o edital do PNLD 2018, os critérios em questão são:

e. Utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estejam em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas;

q. 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, 2015b, p. 58).

Em relação aos critérios apontados acima, o primeiro ressalta a obrigatoriedade de se considerar abordagens pautadas em tendências epistemológicas contemporâneas para apresentar o desenvolvimento dos conceitos científicos, isto é, que superem as visões continuístas e lineares do progresso científico, segundo as quais o conhecimento seria o produto resultante da aplicação direta do método científico de matriz empírico-indutivista. Do ponto de vista estrutural, o critério é claro e expressa a necessária demarcação entre narrativas historiográficas respaldadas pela epistemologia contemporânea das demais narrativas

historiográficas, superadas pelos avanços da História da Ciência enquanto campo de pesquisa.

Em termos conceituais, a objetividade do critério se dá em função de ser possível ser expresso por meio de uma proposição universal afirmativa, em que os termos estão bem definidos. A verificação e demonstração do seu valor verdade depende exclusivamente da análise feita na coleção investigada. Se esse critério constituísse num indicador idêntico na ficha de avaliação, caberia ao avaliador encontrar um único exemplo em contrário para provar que o critério não é atendido.

Por sua vez, supõe-se que o segundo critério visa relacionar os conteúdos conceituais da Física com a sua contextualização, a qual pode ser pautada também pelo contexto socio-histórico. Contudo, a análise de sua estrutura revela que o critério não apresenta a clareza e a objetividade necessárias para o seu entendimento. Em relação à clareza, um fator que contribui para isso está relacionado aos problemas de pontuação presentes, que comprometem o encadeamento lógico do raciocínio, tornando-o ambíguo. É de se registrar que tal fato foi ignorado pelo MEC ao longo das três edições do PNL D para o Ensino Médio, uma vez que a redação apresentada acima se manteve inalterada.

Numa aproximação interpretativa desse critério, é possível conjecturar que sua estrutura textual se refere à necessária contextualização a que o conhecimento conceitual da Física deve estar acompanhado, seja em função do contexto socio-histórico de produção **ou** seja em função do contexto cotidiano, originário da vivência do estudante. Nesse sentido, a presença de aspectos socioeconômicos e culturais da produção histórica do conhecimento científico não é, de acordo com os editais, uma exigência obrigatória, bastando apenas que uma das possibilidades elencadas seja atendida pelas coleções inscritas.

Do ponto de vista conceitual, entretanto, a objetividade desse critério não se dá em função de dois aspectos. Em primeiro lugar, epistemologicamente esse critério é impreciso pois apresenta redundâncias (“contexto socio-cultural-histórico-econômico”), bem como jargões (“contextualizações artificiais”) em sua composição. A ausência de uma base sólida que sustente cada conceito utilizado por si só compromete o critério como um todo. Em segundo lugar, a presença do verbo “evitar” na última parte do período impede que esse critério possa ser convertido numa proposição verificável, demandando ao avaliador a tomada de posição com base na sua interpretação dos elementos da coleção (juízo de valor).

A combinação dos problemas elencados nesse critério evidencia sua fragilidade epistemológica à medida que, além de não expressar de forma clara o papel da contextualização socio-histórica de produção relacionada ao conhecimento científico em questão, impõe elevado grau de subjetividade ao processo avaliativo, delegando ao avaliador a tarefa de se posicionar frente à interpretação expressa pelo verbo “evitar”. Como consequência disso, se esse critério se constituir num indicador idêntico na ficha de avaliação, o processo avaliativo incorrerá num relativismo, tendo em vista que a dimensão subjetiva do avaliador será fundamental para determinar seu posicionamento ao preencher o instrumento.

À luz dos pressupostos da pesquisa em ensino de Ciências, tal critério necessariamente deveria apresentar uma nova redação, pautada em conceitos estruturados e respaldados de forma a superar possíveis riscos de interpretações relativistas. Como forma de superar tal problema, uma nova redação possível para o critério seria: **“Contextualiza de forma isenta de artificialismo os conteúdos conceituais centrais da Física, tomando como base o contexto socio-histórico de produção”**.

Com essa redação é possível afirmar que a ambiguidade é eliminada e o critério passa a ser mais claro e objetivo. A contextualização passa a ser entendida em função da realidade socio-histórica, a qual pode se referir tanto ao contexto vivencial do estudante, com vistas a compreensão crítica de sua realidade social em seus múltiplos atores e instâncias, quanto às influências externas exercidas no processo de construção do conhecimento científico ao longo da história. A eliminação do termo “evitar” imprime intencionalidade ao critério: artificialismos não devem fazer parte de coleções didáticas que pretendam estar em sintonia com a pesquisa em Ensino de Física.

Da análise dos critérios apresentados acima se depreende que, embora os editais tenham valorizado as contribuições da História da Ciência na apresentação do componente curricular Física, sobretudo no intuito de se abrir espaços próprios para a discussão de aspectos relacionados ao fazer científico, com vistas a fortalecer o papel da Física na formação do jovem cidadão, tais documentos não expressaram de forma efetiva essa intencionalidade nos critérios eliminatórios específicos. Percebe-se que, embora haja clareza e consistência em relação à dimensão epistemológica intrínseca ao processo de construção do conhecimento físico, existem lacunas no que se refere ao papel dos condicionantes sociais nesse processo.

Desse modo, a análise dos critérios indica que a presença da História da Ciência não é tida necessariamente como obrigatória em sua plenitude. Tomados em seu conjunto, os critérios não impedem a aprovação de coleções que tragam consigo a presença de elementos que contraponham tanto as tendências historiográficas atuais, quanto as recomendações referendadas pela pesquisa acadêmica em relação ao uso da História da Ciência no ensino. Expressa nos editais, a referida contradição entre o discurso presente na apresentação do componente curricular Física e as exigências elencadas como critérios específicos eliminatórios permeou as três edições do PNLD para o componente curricular Física. Na sequência, cabe compreender como os dois critérios relacionados à História da Ciência foram expressos em indicadores nos instrumentos de avaliação pedagógica e se, em cada edição do Programa, o instrumento carregou consigo tal contradição ou minimizou as lacunas apontadas anteriormente.

6.3.2 História da Ciência presente nos indicadores das fichas de avaliação

Conforme apontado anteriormente, a constituição do instrumento de avaliação utilizado em cada edição do PNLD para cada componente curricular é baseada exclusivamente no conjunto de critérios expressos no respectivo edital, sendo sua elaboração de responsabilidade da IES selecionada em processo seletivo específico. Nesse sentido, os critérios são expressos em indicadores, e para cada um deles é possível atribuir SIM ou NÃO. A atribuição negativa em qualquer indicador na ficha de avaliação de uma coleção a torna inapta de compor o Guia e, conseqüentemente, de participar da etapa de distribuição desenvolvida no âmbito do Programa.

Em relação à presença da História da Ciência nos indicadores das fichas de avaliação de Física, observou-se que existem itens específicos no instrumento de avaliação utilizado em cada edição do Programa. Tal constatação era esperada, tendo em vista a existência de dois critérios específicos relacionados à temática nos editais de convocação, apresentados e discutidos anteriormente.

Acerca da ficha de avaliação específica para o componente curricular Física, embora seja possível visualizar a presença de contribuições da História da Ciência como forma de atender aos indicadores pertencentes ao bloco “Legislação e Cidadania”, é nos dois blocos seguintes – “abordagem teórico-metodológica e

proposta didático pedagógica” e “Conceitos, linguagens e procedimentos” – que podem ser encontrados indicadores que fazem menções explícitas à presença da História da Ciência nas coleções didáticas inscritas. Na primeira edição do Programa foram propostos três indicadores, ao passo que nas edições seguintes a quantidade aumentou para quatro. As fichas de avaliação têm em comum a presença de um indicador específico relacionado à História da Ciência no bloco 2, ao passo que os demais se encontram distribuídos no bloco 3.

Considerando o indicador de História da Ciência relacionado à abordagem teórico-metodológica e proposta didático pedagógica, a análise das fichas mostrou que o mesmo se expressou de duas formas ao longo das edições do Programa. A seguir são transcritas as duas redações, tal como apresentadas nos guias:

Contempla um tratamento da história da ciência integrado à construção dos conceitos desenvolvidos, evitando resumi-la a biografias de cientistas ou a descoberta [sic] isoladas (BRASIL, 2011a, p. 20).

Contempla a História da Ciência articulada aos assuntos desenvolvidos, evitando reduzi-la a cronologias, biografias de cientistas ou a descobertas isoladas (BRASIL, 2014b, p. 22; 2017a, p. 102).

Em linhas gerais, a primeira redação do indicador visa investigar se a coleção avaliada apresenta material historiográfico integrado na construção didática dos conceitos físicos. Ao fazer o uso do verbo “integrar”¹¹⁸, o indicador expressa o entendimento de que a história da ciência utilizada deve formar com o resto do texto didático um todo em que não seja possível considerá-la como um conteúdo adicional. Entretanto, ao fazer o uso do verbo “evitar”, o indicador não proíbe a presença de biografias de cientistas ou de narrativas que enfatizem descobertas isoladas.

Tal aspecto se torna problemático na medida em que dados biográficos por si só em nada contribuem para que a História da Ciência favoreça o ensino de Física, ao passo que narrativas supostamente historiográficas que enfatizem “descobertas” científicas individuais prestam um desserviço para a divulgação da História da Ciência, por não corresponderem à realidade dos fatos, repassando assim ideias equivocadas em relação à natureza da atividade científica. No contexto de ensino, a pesquisa acadêmica tem alertado sobre os prejuízos educacionais decorrentes da inserção de

¹¹⁸ Segundo Houaiss (2009), nesse caso o termo “integrar” pode ser interpretado como a ação que consiste em incluir algo num conjunto, formando um todo coerente.

material supostamente histórico, contudo desprovido de rigor historiográfico e que é utilizado para divulgação científica.

A ausência de uma explicitação em relação ao entendimento da presença da História da Ciência no Ensino, somada com a presença do verbo “evitar” em sua composição, faz com que o indicador abra precedente para que sejam aprovadas coleções que apresentem **apenas** dados biográficos como elementos históricos, bem como coleções que apresentem relatos míticos ou pseudo-históricos em relação à atividade científica. Estruturado dessa forma, cabe ao avaliador a tomada de decisão por meio de um posicionamento se a coleção avaliada cumpre ou não com o disposto no indicador.

Por sua vez, a segunda redação se fez presente nas fichas de avaliação do PNLD 2015 e do PNLD 2018. Em linhas gerais, esse indicador visa investigar se a coleção avaliada apresenta material historiográfico articulado com a construção didática dos assuntos desenvolvidos. Diferentemente da primeira redação, esta faz o uso do verbo “articular”, cuja definição de acordo com Houaiss (2009) designa a ideia de unir pelas articulações ou pontos de encaixe.

Nesse sentido, a segunda redação do indicador investiga se a coleção avaliada apresenta no desenvolvimento de um determinado assunto elementos de História da Ciência que estejam conectados com as demais partes integrantes da obra, formando um conjunto coerente. Ao utilizar o termo “assuntos”, a redação não se limita apenas aos conteúdos conceituais da Física, permitindo contemplar outros aspectos (contextualização, interdisciplinaridade, etc.). Isso permite, contudo, isentar a obra de abordar a História da Ciência necessariamente junto ao texto principal.

Entende-se que o uso do termo “articular” nessa redação reduz o potencial que a História da Ciência pode oferecer, pois não a considera como ingrediente indispensável para a tessitura da didatização dos conceitos físicos, colocando-a como uma peça adicional que se encaixa no conjunto da obra, mas que pode ser ignorada na abordagem dos conteúdos. A permanência do verbo “evitar” na última parte do indicador tende a agravar tal situação, pois permite que cronologias, biografias, narrativas míticas e pseudo-históricas possam ser consideradas como produções historiográficas por avaliadores inexperientes.

Com base no estudo das duas versões utilizadas do referido indicador, é possível afirmar que ambas carregam consigo uma amplitude considerável no que se refere à presença da História da Ciência. Enquanto conceito presente na estrutura do

indicador, a análise da presença da História da Ciência numa dada coleção avaliada demanda ao avaliador conhecimento técnico especializado, garantindo assim sua objetividade. Contudo, em função da última parte presente na estrutura textual, cabe ao avaliador emitir um posicionamento se a coleção atende ou não ao disposto no indicador, pois a avaliação não dependerá exclusivamente de verificação empírica, mas de sua leitura subjetiva.

Em relação à presença da História da Ciência no bloco 3 (Conceitos, linguagens e procedimentos), as três versões da ficha de avaliação abordaram tanto a dimensão epistemológica na apresentação da construção dos conceitos físicos, quanto a dimensão contextual inerente a esses conceitos. Enquanto a primeira ficou circunscrita a um indicador específico em cada versão do instrumento de avaliação utilizado, a segunda esteve expressa em dois indicadores (à exceção do PNLD 2012, em que ficou restrito a um).

Em sua estrutura, o indicador que versa sobre aspectos relacionados à presença de elementos da epistemologia contemporânea permaneceu o mesmo nas três fichas de avaliação utilizadas, com a seguinte redação:

Utiliza abordagens do processo de construção das teorias físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estejam em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas (BRASIL 2011a, p. 21; 2014b, p. 23; 2017a, p. 103).

Na prática, o indicador é uma cópia integral do critério presente no edital de convocação de cada edição. Tal critério versa sobre a obrigatoriedade da utilização das vertentes epistemológicas contemporâneas para a construção das teorias físicas nas coleções didáticas. Em sua estrutura conceitual, esse indicador é um elemento importante para avaliar se as coleções rompem com visões positivistas do conhecimento físico, uma vez que tomada numa perspectiva epistemológica contemporânea, a História da Ciência tende a contribuir para a apresentação dos processos de construção do conhecimento científico, mostrando que esses não são lineares e cumulativos, tampouco dependentes unicamente da empiria ou resultantes da aplicação de um método científico universal.

Esse indicador é, portanto, um elemento importante a se fazer presente no instrumento de avaliação, pois visa combater visões estereotipadas e equivocadas em relação ao desenvolvimento do conhecimento científico. É um item que está em

sintonia com a pesquisa acadêmica relacionada ao Ensino de Física e tem potencial de contribuir para a superação de equívocos de ordem epistemológica em relação à Natureza da Ciência e da atividade científica. Demanda ao avaliador o domínio teórico dos conceitos expressos em sua estrutura para que a análise transcorra tal como prevista no processo.

Contudo, convém destacar que esse indicador por si só não é suficiente para garantir que as coleções aprovadas no PNLD apresentem de forma plena o potencial que a História da Ciência pode trazer para o ensino de Física. Embora legítima, a preocupação expressa nesse indicador engloba especificamente elementos relacionados à dimensão interna da ciência e da atividade científica, não sendo suficiente para avaliar de forma plena que visões em relação à ciência são transmitidas. Assim, outros indicadores devem avaliar a presença de articulações entre a ciência e os condicionantes externos no processo de desenvolvimento do conhecimento físico.

Nesse sentido, se faz necessário avaliar se a obra apresenta as contribuições da História da Ciência em outras perspectivas. A contextualização socio-histórica do conhecimento é um elemento indispensável para a formação dos estudantes na Educação Básica, pois possibilita também a abordagem de conteúdos metacientíficos. Por essa contextualização é possível, a partir de contribuições da História da Ciência, discutir aspectos intrínsecos à Natureza da Ciência, bem como abordar as relações CTS, indispensáveis para o exercício da cidadania.

Acerca dessa temática, ao longo das edições do PNLD as fichas de avaliação do componente curricular Física apresentaram indicadores distintos. No PNLD 2012 foi constituído apenas um item para o instrumento, ao passo que nas duas edições seguintes esse número passou para dois. Em relação ao conteúdo comum de um indicador presente nas três edições, são transcritas a seguir as duas redações propostas:

[PNLD 2012 e 2015]: Apresenta os conteúdos da Física considerando a sua contextualização, seja em relação a aspectos sociais históricos, culturais e econômicos, seja em relação àqueles do cotidiano em que suas utilizações se façam pertinentes, evitando a utilização de contextualizações artificiais para esses conteúdos (BRASIL, 2011a, p. 21; 2014b, p. 23).

[PNLD 2018]: Apresenta os conteúdos da Física considerando a sua contextualização pertinente a aspectos sociais, históricos, culturais,

econômicos ou do cotidiano, evitando a utilização de contextualizações artificiais (BRASIL, 2017a, p. 103).

Esses indicadores desdobraram-se do segundo critério eliminatório relacionado à História da Ciência, que foi apontado e analisado anteriormente. A respeito, os indicadores acima apresentam uma coesão textual que os torna isentos de ambiguidade. Contudo, em termos de precisão epistemológica alguns problemas são perceptíveis.

A primeira versão do indicador foi utilizada nas fichas de avaliação do PNLD 2012 e do PNLD 2015. Em sua essência, essa redação considera a contextualização do conhecimento escolar da Física passível de se dar de dois modos: (i) pelos aspectos sociais, históricos, culturais e econômicos; (ii) pelos aspectos do cotidiano em que a utilização do conhecimento se faça pertinente.

Ao propor essa divisão, a visão de contextualização presente no instrumento desconsidera que os aspectos relacionados ao primeiro modo formam um emaranhado que se constitui em função do trabalho enquanto dimensão ontológica da existência humana. Ao separar o cotidiano dos estudantes desse emaranhado, como se esse representasse um cosmos a parte, o indicador evidencia a ausência de uma base epistemológica que já se manifestava no critério originário, abrindo, inclusive, precedente para um viés pragmático em relação ao conhecimento escolar, uma vez que a ideia de pertinência e de aplicabilidade se encontra presente na redação do indicador. A contextualização assume viés de pura aplicação do conhecimento.

Entretanto, esse indicador foi modificado para o PNLD 2018. Conforme apresentada anteriormente, a segunda redação o tornou mais claro e isento do viés pragmático que a contextualização poderia assumir. Entretanto, assim como a primeira versão, ela também contém na última parte do período a expressão “evitando a utilização de contextualizações artificiais”. Tal fato é problemático por não haver respaldo no âmbito da pesquisa acadêmica em Educação em Ciências que sustente o conceito de contextualização artificial, o que o coloca como elemento de senso comum. Isso faz com que seja imposto ao avaliador a tarefa de se posicionar se a coleção avaliada atende ou não ao indicador, exclusivamente com base na formulação de um juízo de valor, subjetivo.

Nas fichas de avaliação do PNLD 2015 e do PNLD 2018 foi proposto um segundo indicador que engloba a dimensão histórica do conhecimento científico. De acordo com os guias, esse se encontra com a seguinte redação:

Desenvolve os conteúdos e apresenta as atividades, de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão histórica da produção de conhecimento, quanto a dimensão vivencial dos estudantes no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho (BRASIL, 2014b, p. 23; 2017a, p. 103).

Em sua composição, o indicador repete alguns elementos presentes no anterior, exceto a preocupação de que a contextualização esteja expressa também em atividades e que esteja voltada para um fim. Ao apresentar a expressão “no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho”, o indicador não deixa claro o que se entende pela primeira finalidade, a qual só faz sentido num contexto de participação cidadã. De acordo com a atual legislação educacional, a finalidade da escolarização se volta para a formação de cidadãos críticos inseridos na sociedade. O ensino de Física deve contribuir com sua especificidade para atingir tal objetivo e o indicador poderia ser mais preciso, baseando-se nas discussões sobre alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social.

A contextualização pautada na dimensão histórica de produção do conhecimento não é necessariamente um item obrigatório nesse indicador, pois sua estrutura lógica a considera uma possibilidade em paralelo com a contextualização vivencial do estudante. Desse modo, ao contemplar a dimensão histórica, o indicador não a torna como um item obrigatório, bem como não expressa de forma clara sua finalidade, o que abre espaço para interpretações subjetivistas em relação ao papel da Física no currículo as quais se constituirão como lentes para a avaliação das coleções inscritas.

A partir da análise dos indicadores baseados na presença de História da Ciência nas fichas de avaliação para o componente curricular Física, é possível considerar que, em sua estrutura, esses instrumentos não privilegiaram a sua presença tal como defendido na pesquisa acadêmica envolvendo História da Ciência e Ensino. Isto decorre em parte da abrangência com que esse campo foi tratado nos poucos indicadores específicos constituídos, cuja implicação direta é a ausência de um detalhamento de como isso deveria ocorrer (presença de controvérsias científicas, de relatos, de atividades integradas, etc.), bem como da ausência de posicionamento

por parte da IES responsável pelo instrumento em banir elementos prejudiciais ao ensino como narrativas supostamente históricas, simples cronologias, informações biográficas limitadas, entre outros.

Outro ponto problemático nas fichas de avaliação é que a presença da História da Ciência em sua dimensão sociocultural não possui o mesmo peso que sua dimensão epistemológica, ainda que essas dimensões sejam indissociáveis quando considerada a História da Ciência enquanto campo de pesquisa. Assim, incorre-se no risco de as coleções aprovadas não promoverem de forma plena a devida discussão em torno da natureza do conhecimento científico, considerando apenas a sua dimensão interna, que está vinculada ao processo de construção do conhecimento.

Um terceiro aspecto observado na análise dos indicadores está relacionado à presença de expressões que, embora possam sugerir uma relação com a pesquisa acadêmica em Ensino, em parte são manifestações de senso comum. Nesse sentido a expressão “contextualizações artificiais” se destaca, pois no âmbito da pesquisa acadêmica não há margem para o seu entendimento a partir da discussão em torno da contextualização. Por outro lado, se tomada em seu sentido de senso comum, tal expressão permite múltiplas interpretações, muitas nocivas ao Ensino de Ciências e, nesse caso, o termo que a antecede no indicador (“evitando”) é inapropriado, devendo ser substituído em função de seu significado.

Por fim, convém destacar que, em seu conjunto, os indicadores que formam as fichas de avaliação visam abarcar aspectos que devem estar presentes nas coleções do PNLD dos quais a História da Ciência é apenas um elemento constitutivo. Ainda que as versões desse instrumento englobem aspectos inerentes à pesquisa acadêmica em Ensino de Física, convém salientar que o pano de fundo que guia todo o processo constitutivo do instrumento é o código disciplinar da Física, isto é, se fazem presentes as características que definem a Física enquanto disciplina escolar.

Desse modo é possível considerar que as versões constituídas das fichas de avaliação carregam consigo as tensões entre as recomendações da pesquisa acadêmica sobre Ensino de Física, que tentam aproximar o ensino da disciplina com as necessidades formativas atuais da escolarização básica (ensino contextualizado, interdisciplinar, que verse sobre questões contemporâneas, que parta das vivências dos estudantes, entre outras), e a tradição de seu ensino configurada em sua história enquanto disciplina escolar (estreito vínculo com a disciplina acadêmica de referência, finalidades de seu ensino voltadas à dimensão prática, resolução de problemas,

preparação para vestibulares, etc.). A mediação dessas tensões dependerá fortemente do perfil daquele que será responsável pela aplicação do instrumento: o avaliador.

Assim, com vistas a avaliar a presença da História da Ciência nas coleções inscritas, a aplicação do instrumento em cada edição do Programa exigiu de cada avaliador o domínio de pressupostos básicos em relação ao campo, bem como acerca dos fundamentos no âmbito da Didática das Ciências que sustentam a sua presença como conteúdo e como abordagem no ensino. Sem uma compreensão mínima desses fundamentos, a objetividade do processo avaliativo fica comprometida, havendo inclusive o risco de predominarem no processo interpretações relativistas baseadas no senso comum.

No que se refere à presença da História da Ciência nas fichas de avaliação, em função das fragilidades apontadas em relação aos indicadores, se faz necessário compreender aspectos relativos ao perfil dos profissionais que participaram da etapa de avaliação pedagógica das obras, com vistas a vislumbrar possíveis implicações da aplicação de cada instrumento. É o que será feito na próxima seção.

6.3.3 O perfil dos avaliadores das coleções de Física inscritas no PNLD

Além da estrutura do instrumento utilizado no processo de avaliação pedagógica das coleções inscritas, o perfil acadêmico dos responsáveis pela sua aplicação desempenha papel importante nessa etapa. Ainda que parcial, a compreensão do perfil de cada avaliador pode se dar a partir da análise do currículo disponibilizado na Plataforma Lattes. Essencialmente, cada coleção inscrita que chegou à etapa de avaliação pedagógica foi analisada por dois avaliadores num processo duplo-cego. Encerrado o processo, os avaliadores se encontraram para emitir parecer comum de aprovação/reprovação caso houvesse sintonia nas análises. Em caso de divergências, um terceiro avaliador entraria em cena para emitir um novo parecer.

A composição das equipes avaliadoras foi regida por regras que foram sendo modificadas ao longo das três edições do PNLD para o Ensino Médio. Num primeiro momento, a IES responsável em coordenar o processo de cada componente curricular realizava as indicações dos integrantes, ao passo que na última edição as equipes

foram constituídas em parte pela indicação da IES e, também, a partir de um banco de avaliadores gerenciado pelo MEC, em que profissionais habilitados podem cadastrar seus currículos periodicamente.

Em relação ao componente curricular Física, 41 profissionais atuaram como avaliadores na etapa de avaliação pedagógica ao longo das três edições do Programa. Desse total, 26 atuaram em apenas uma edição do Programa, 11 em duas edições e quatro em todas as edições. As equipes de avaliadores foram constituídas por 18 profissionais no PNLD 2012, 26 no PNLD 2015 e por 16 profissionais no PNLD 2018. Praticamente todos os profissionais estão vinculados a uma IES, à exceção de uma avaliadora que atuou na última edição e que está vinculada a uma Secretaria Estadual de Educação Básica.

A análise dos currículos dos avaliadores foi realizada tendo em consideração os marcos temporais correspondentes a cada edição do Programa, o que limitou em alguns casos o espectro de informações consideradas. Nesse sentido, os currículos dos profissionais que atuaram no PNLD 2012 foram analisados, tomando-se com referência as informações relativas até o ano de 2010; para os avaliadores do PNLD 2015 foi tomado como parâmetro as publicações referentes até 2013 e, por fim, a análise referente aos currículos do PNLD 2018 levou em consideração as informações vinculadas até 2016. Por sua vez, a análise feita nos títulos de dissertações e de teses por foi feita a partir de palavras-chaves relacionadas à História da Ciência e à Educação. Com isso, buscou-se compreender o perfil formativo e profissional do avaliador à época em que se desenvolveu a etapa de avaliação pedagógica de cada edição do PNLD para o Ensino Médio.

O QUADRO 1 apresenta informações coletadas do Currículo Lattes referentes à formação acadêmica de cada profissional que prestou serviços como avaliador das coleções didáticas no PNLD 2012. No intuito de organizar as informações nos quadros a seguir, optou-se em representar cada avaliador por meio de um número, com base na sequência apresentada na lista de profissionais, disponível no Guia PNLD 2012 – Física¹¹⁹.

¹¹⁹ Brasil (2011a, p. 5).

QUADRO 1 – FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2012

AVALIADOR PNLD 2012	LICENCIADO EM FÍSICA	MESTRADO			DOUTORADO		
		Área	Dissertação		Área	Tese	
			História da Ciência	Ensino de Física		História da Ciência	Ensino de Física
01	Não	Física	Não	Não	Física	Não	Não
02	Sim	Ensino de Ciências	Sim	Sim	Educação	Sim	Sim
03	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim	Educação em Ciências	Não	Não
04	Sim	Física	Não	Sim	Física	Não	Sim
05	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
06	Sim	Engenharia	Não	Não	Ensino em Biociência e Saúde	Não	Sim
07	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
08	Não	Física	Não	Sim	Ciência da Educação	Não	Sim
09	Não informa	Educação para a Ciência	Não	Sim	Educação para a Ciência	Não	Sim
10	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não
11	Sim ¹²⁰	Física	Sim	Não	Educação	Sim	Sim
12	Não informa	Ensino de Ciências	Não	Sim	Educação	Não	Sim
13	Não	Física	Não	Não	Física	Não	Não
14	Não	Física	Não	Não	Física	Não	Não
15	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não
16	Não ¹²¹	Física	Não	Não	Física	Não	Não
17	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
18	Sim ¹²²	Ensino de Ciências	Não	Sim	<i>Didactique des disciplines</i>	Não	Sim

FONTE: O autor (2019).

A análise do quadro acima permite concluir que, dos dezoito avaliadores que participaram do processo de seleção pedagógica do PNLD 2012, 72,2% são licenciados em Física. Em relação à formação *stricto sensu* (mestrado ou doutorado), 66,7% possuem titulação relacionada à Educação, ao passo que 11,1% desenvolveram pesquisas relacionadas à História da Ciência.

Pelo quadro acima, percebe-se que cerca de um quarto dos avaliadores não possui formação inicial compatível para avaliar coleções didáticas destinadas à

¹²⁰ Informação obtida em <<http://macedane.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹²¹ Informação obtida em <<http://mnpéf.ufabc.edu.br/docentes>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹²² Informação obtida em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132009000300001>. Acesso em: 10 mar. 2018.

Educação Básica. A análise por si só não depende apenas da verificação estrutural de conceitos, mas de outros aspectos que se situam no âmbito da Didática, da legislação educacional, da função da escolarização, entre outras temáticas que são desenvolvidas em cursos superiores de licenciatura.

A análise da produção acadêmica¹²³, seja relacionada a trabalhos envolvendo interfaces entre História da Ciência e ensino, seja em relação a trabalhos que versam sobre Ensino de Física, permite complementar o panorama traçado sobre a formação de cada avaliador. Por meio dela é possível compreender alguns aspectos acerca das atividades acadêmicas desenvolvidas e relacionadas ao ensino, à pesquisa ou à extensão.

Nesse sentido, o QUADRO 2 organiza informações compiladas a partir da análise do currículo Lattes de cada avaliador, referentes à produção acadêmica (publicações de artigos científicos e trabalhos completos de autoria própria ou coautoria) relacionada à presença de História da Ciência no Ensino e ao Ensino de Física em geral.

QUADRO 2 – PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2012

AVALIADOR PNLD 2012	Possui publicações sobre História da Ciência e Ensino?	Possui publicações sobre Ensino de Física?
01	Não	Não
02	Sim	Sim
03	Não	Sim
04	Sim	Sim
05	Não	Sim
06	Não	Sim
07	Não	Sim
08	Sim	Sim
09	Não	Sim
10	Não	Não
11	Sim	Sim
12	Sim	Sim
13	Não	Sim
14	Sim	Sim
15	Não	Não
16	Não	Sim
17	Não	Sim
18	Não	Sim

FONTE: O autor (2019).

¹²³ Essa análise também se baseou na identificação de trabalhos cujas palavras-chave remetam à História da Ciência e ao Ensino.

Do quadro acima é possível concluir que apenas 33,3% dos avaliadores possuem alguma publicação sobre História da Ciência e Ensino (artigos científicos ou trabalhos completos), ainda que 83,3% do grupo apresentem publicações relacionadas ao Ensino de Física na Educação Básica. Ainda que se reconheça aqui que a ausência de formação *stricto sensu* em História da Ciência não representa um impeditivo para constituir um perfil ideal de avaliador, percebe-se que apenas um terço dos avaliadores possui publicações sobre sua presença no âmbito da Didática, o que pode indicar a pouca familiaridade com os pressupostos epistemológicos que a sustentam.

Por sua vez, o PNLD 2015 contou com 26 avaliadores no processo de análise pedagógica das coleções didáticas de Física. O QUADRO 3 apresenta informações coletadas do Currículo Lattes referentes à formação acadêmica de cada profissional que prestou serviços como avaliador das coleções didáticas nessa edição do Programa. No intuito de organizar as informações, optou-se em representar cada avaliador por meio de um número, com base na sequência apresentada na lista de profissionais, disponível no Guia PNLD 2015 – Física¹²⁴.

QUADRO 3 – FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2015

AVALIADOR PNLD 2015	LICENCIADO EM FÍSICA	MESTRADO			DOUTORADO		
		Área	Dissertação		Área	Tese	
			História da Ciência	Ensino de Física		História da Ciência	Ensino de Física
01	Não	Não possui	-	-	Física	Não	Não
02	Sim	Ciências	Não	Sim	Ciências	Não	Não
03	Sim	Educação para a Ciência	Sim	Sim	Não possui	-	-
04	Sim	Ensino, Filosofia e História da Ciência	Sim	Sim	Ensino, Filosofia e História da Ciência	Sim	Sim
05	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
06	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim
07	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim
08	Não	Física	Não	Não	Física	Não	Não
09	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
10	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
11	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não

¹²⁴ Brasil (2014b, p. 5).

AVALIADOR PNLD 2015	LICENCIADO EM FÍSICA	MESTRADO			DOUTORADO		
		Área	Dissertação		Área	Tese	
			História da Ciência	Ensino de Física		História da Ciência	Ensino de Física
12	Sim	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	Não	Não	Ensino em Biotecnologia e Saúde	Não	Sim
13	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
14	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
15	Sim	Educação	Não	Sim	Educação Científica e Tecnológica	Não	Sim
16	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não
17	Sim ¹²⁵	Física	Sim	Não	Educação	Sim	Sim
18	Não	Física	Não	Não	Física	Não	Não
19	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não
20	Não ¹²⁶	Física	Não	Não	Física	Não	Não
21	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
22	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
23	Sim	Educação para a Ciência	Não	Sim	Educação para a Ciência	Não	Sim
24	Sim ¹²⁷	Ensino de Ciências	Não	Sim	<i>Didactique des disciplines</i>	Não	Sim
25	Não informa	Física	Não	Não	Física	Não	Não
26	Não informa	Física	Não	Não	Física	Não	Não

Fonte: O autor (2019).

Em relação aos dados apresentados nesse quadro, é possível concluir que dos 26 avaliadores que participaram da etapa de avaliação pedagógica do PNLD 2015, 77% são licenciados em Física e 65,4% possuem formação *stricto sensu* (mestrado ou doutorado) relacionado à Educação. No que se refere à formação inicial dos avaliadores, embora haja aumento percentual quando comparada com a edição anterior, a presença de profissionais não licenciados em Física ainda é significativa, em torno de 20% da equipe constituída para esta edição.

O QUADRO 4 organiza informações compiladas a partir da análise do currículo Lattes de cada avaliador, acerca da produção acadêmica (publicações de artigos científicos e trabalhos completos de autoria própria ou coautoria) relacionada à presença de História da Ciência no Ensino e ao Ensino de Física em geral.

¹²⁵ Informação obtida em <<http://macedane.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹²⁶ Informação obtida em <<http://mnpéf.ufabc.edu.br/docentes>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹²⁷ Informação obtida em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-731320090003_00001>. Acesso em: 10 mar. 2018.

QUADRO 4 – PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2015

AVALIADOR PNLD 2015	Possui publicações sobre História da Ciência e Ensino?	Possui publicações sobre Ensino de Física?
01	Sim	Sim
02	Não	Sim
03	Sim	Sim
04	Sim	Sim
05	Não	Sim
06	Não	Sim
07	Não	Sim
08	Sim	Sim
09	Não	Sim
10	Sim	Sim
11	Sim	Sim
12	Não	Sim
13	Não	Sim
14	Não	Sim
15	Não	Sim
16	Não	Não
17	Sim	Sim
18	Não	Sim
19	Não	Não
20	Não	Sim
21	Não	Sim
22	Não	Sim
23	Sim	Sim
24	Não	Sim
25	Não	Não
26	Não	Sim

FONTE: O autor (2019).

No que se refere à História da Ciência, embora a presença de profissionais com pesquisas *stricto sensu* relacionadas ao campo praticamente não tenha variado em relação ao PNLD 2012 (permanecendo em 11,5%), observa-se um decréscimo percentual na quantidade de avaliadores que possuem publicações sobre História da Ciência e Ensino, que passa de 33,3% para 30,8%. Por sua vez, o indicador relacionado à presença de publicações sobre Ensino de Física na Educação Básica registrou aumento, passando de 83,3% para 88,5% nesta edição.

Por fim, o PNLD 2018 contou com 16 avaliadores no processo de análise pedagógica das coleções didáticas de Física. O QUADRO 5 apresenta informações coletadas da Plataforma Lattes, referentes à formação acadêmica de cada profissional que prestou serviços como avaliador das coleções didáticas nessa edição do Programa. Tal como nos quadros anteriores, optou-se em representar cada avaliador

por meio de um número, com base na sequência apresentada na lista de profissionais, disponível no Guia PNLD 2018 – Física¹²⁸.

QUADRO 5 – FORMAÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2018

AVALIADOR PNLD 2018	LICENCIADO EM FÍSICA	MESTRADO			DOUTORADO		
		Área	Dissertação		Área	Tese	
			História da Ciência	Ensino de Física		História da Ciência	Ensino de Física
01	Sim	Ciências	Não	Sim	Ciências	Não	Não
02	Não	Física	Sim	Não	Física	Sim	Não
03	Sim	Profissional em Ensino de Física	Não	Sim	Não possui	-	-
04	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim
05	Sim	Ciências dos Materiais	Não	Não	Educação	Não	Sim
06	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
07	Sim	Física	Não	Não	Física	Não	Não
08	Sim	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	Não	Não	Ensino em Biociência e Saúde	Não	Sim
09	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
10	Sim ¹²⁹	Física	Sim	Não	Educação	Sim	Sim
11	Sim ¹³⁰	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
12	Sim	Ensino de Ciências	Não	Sim	Educação	Não	Sim
13	Não ¹³¹	Física	Não	Não	Física	Não	Não
14	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim
15	Sim	Ensino de Física	Não	Sim	Ensino de Física	Não	Sim
16	Sim	Educação	Não	Sim	Educação	Não	Sim

Fonte: O autor (2019).

A análise dos dados apresentados no QUADRO 5 indica que, dos 16 profissionais que avaliaram coleções inscritas para o PNLD 2018, 87,5% são licenciados em Física e 81,3% possuem formação *stricto sensu* (mestrado ou doutorado) relacionada à Educação. O percentual de avaliadores que desenvolveram pesquisa relacionada à História da Ciência praticamente não variou em relação às edições anteriores, aumentando apenas um ponto percentual (passando para 12,5%).

¹²⁸ Brasil (2017a, p. 4).

¹²⁹ Informação obtida em <<http://macedane.blogspot.com.br>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹³⁰ Informação obtida em <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cd001047.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

¹³¹ Informação obtida em <<http://mnpef.ufabc.edu.br/docentes>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

O QUADRO 6 organiza informações compiladas a partir da análise do currículo Lattes de cada avaliador, referentes à produção acadêmica (publicações de artigos científicos e trabalhos completos de autoria própria ou coautoria) relacionada à presença de História da Ciência no Ensino e ao Ensino de Física em geral.

QUADRO 6 – PRODUÇÃO ACADÊMICA DOS AVALIADORES DE FÍSICA – PNLD 2018

AVALIADOR PNLD 2018	Possui publicações sobre História da Ciência e Ensino?	Possui publicações sobre Ensino de Física?
01	Não	Sim
02	Sim	Sim
03	Não	Não
04	Não	Sim
05	Sim	Sim
06	Sim	Sim
07	Sim	Sim
08	Não	Sim
09	Não	Sim
10	Sim	Sim
11	Não	Sim
12	Não	Sim
13	Não	Sim
14	Não	Sim
15	Não	Sim
16	Não	Sim

FONTE: O autor (2019).

Com base nesse quadro, percebe-se que o indicador relacionado ao percentual de avaliadores com alguma produção acadêmica sobre História da Ciência e ensino (artigos científicos ou trabalhos completos) praticamente não variou, ficando em 31,3%. Por outro lado, o percentual de avaliadores com produção acadêmica relacionada ao Ensino de Física na Educação Básica passou para 93,8% - o melhor resultado entre todas as edições - em que apenas uma avaliadora, por não estar vinculada a uma universidade, não pontuou nesse quesito.

A partir dos percentuais obtidos em função da análise dos currículos dos profissionais avaliadores foi organizada a TABELA 7, que sintetiza as informações relativas às três edições do Programa:

TABELA 7 – COMPARATIVO ENTRE AS EDIÇÕES DO PNLD - FÍSICA

INDICADOR	PNLD 2012	PNLD 2015	PNLD 2018
Licenciatura em Física	72,2%	77,0%	87,5%
Dissertação ou tese envolvendo História da Ciência	11,1%	11,5%	12,5%

INDICADOR	PNLD 2012	PNLD 2015	PNLD 2018
Dissertação ou tese sobre Educação	66,7%	65,4%	81,3%
Publicações sobre História da Ciência e Ensino (artigos ou trabalhos completos)	33,3%	30,8%	31,3%
Publicações sobre Ensino de Física (artigos ou trabalhos completos)	83,3%	88,5%	93,8%

FONTE: O autor (2019).

Nela é possível verificar que, ao longo das edições do PNLD para o Ensino Médio, o perfil técnico da equipe avaliadora do componente curricular Física melhorou, em especial no que se refere à formação inicial e *stricto sensu* em Educação. Um dado que se destaca também é que um percentual significativo de avaliadores possui publicações relacionadas ao Ensino de Física na Educação Básica, dado que superou em cada edição o percentual de avaliadores com licenciatura, o que sinaliza que profissionais bacharéis têm se dedicado também a publicar trabalhos sobre Ensino de Física.

Nesse sentido, os indicadores relacionados à produção acadêmica permitiram traçar um panorama abrangente do perfil de cada avaliador. Ao optar por analisar se cada avaliador possui publicações sobre Ensino de Física, sobretudo na Educação Básica, foi possível compreender que essa temática não é tema de interesse apenas de profissionais licenciados, chegando na última edição a ser característica comum a todos os profissionais vinculados a IES. Desenvolver pesquisas relacionadas ao Ensino de Física, portanto, é uma atribuição essencial que deve se fazer presente em profissionais que avaliarão coleções didáticas, pois a sua ausência pode comprometer o processo ao reforçar visões ingênuas sobre o ensino.

No mesmo raciocínio, estar envolvido nas discussões sobre Ensino de Física permite com que se tenha contato com as discussões sobre a presença de elementos da História da Ciência no ensino. Nesse caso, especificamente no que se refere à presença de avaliadores com atuação específica em História da Ciência ou com produções acadêmicas que versem sobre sua presença no ensino, observa-se que há uma estagnação nos indicadores levantados, pois apenas cerca de 10% dos profissionais em cada edição possuem formação *stricto sensu* relacionada à temática. Esse dado não é o parâmetro central a ser considerado, pois o pré-requisito não reside no domínio de questões específicas do campo, mas na inserção de seus elementos

no âmbito da Didática das Ciências, razão pela qual a experiência adquirida mediante produção acadêmica ganha destaque.

Contudo, o percentual de avaliadores que registraram publicações em seus currículos sofreu um decréscimo, ficando inferior a um terço na última edição. O dado é preocupante pois, quando considerado o Ensino de Física e as discussões situadas no campo da Didática, é essencial que o avaliador compreenda os fundamentos epistemológicos que sustentem a presença da História da Ciência no ensino, tanto como conteúdo, como estratégia didática. Nesse sentido, a análise dos currículos mostrou que esse elemento não tem sido considerado adequadamente, indicando que a temática não tem sido objeto de pesquisa e de estudo acadêmico para a maior parte dos avaliadores das edições do PNLD.

Diante dos indicadores acima, conclui-se que nem todos os profissionais que participaram das avaliações de coleções didáticas de Física ao longo das edições do PNLD apresentam perfil adequado para avaliar e decidir se as coleções inscritas no processo de avaliação pedagógica cumprem com os requisitos mínimos para contemplar de forma adequada a presença da História da Ciência como forma de atender às exigências impostas via edital. Em geral, a atuação profissional com a História da Ciência no ensino pressupõe a formação especializada no campo (pós-graduação), com a conseqüente produção acadêmica. Nada impede, no entanto, que estudos e produções ocorram de forma independente, em função de outros caminhos formativos. Todavia, a análise dos currículos mostrou que tal temática não tem sido objeto de interesse e de atuação profissional da maior parte dos avaliadores.

6.3.4 Implicações para o processo de avaliação pedagógica das obras

A análise realizada até aqui buscou compreender como a História da Ciência tem sido evidenciada enquanto exigência no PNLD para o componente curricular Física. Para tal, foi analisada como ela se expressou nos critérios eliminatórios específicos presentes no edital de cada edição, como esses critérios foram expressos em indicadores nas três fichas de avaliação e, por fim, o perfil acadêmico de cada profissional envolvido na etapa de avaliação pedagógica de cada edição.

Da primeira análise depreende-se que, enquanto exigência obrigatória, a presença da História da Ciência não se deu de forma plena até então, tendo em vista

que apenas dois critérios específicos relacionados ao livro do estudante fazem menção direta ao tema. Desses, um além de estar redigido de forma ambígua, não representa de fato a obrigatoriedade da presença de elementos de uma historiografia que contemple os condicionantes socioculturais da ciência nas coleções didáticas. Ao se referir à contextualização, o critério em questão a considera possível de ser contemplada via apresentação de situações vivenciais dos estudantes ou pela apresentação de elementos socio-históricos-culturais da ciência.

Desse modo entende-se que, da forma como a História da Ciência foi mencionada em parte nos critérios dos editais, abre-se precedente para que a avaliação de sua presença nas coleções não seja baseada exclusivamente na literatura referendada pela pesquisa acadêmica sobre ensino de Ciências. Em parte, as lacunas apresentadas nos critérios possibilitam interpretações baseadas no senso comum.

Com vistas a contemplar plenamente o potencial agregador que a História da Ciência apresenta ao ensino, deve-se exigir a presença da contextualização socio-histórica, pois da forma que está posta a redação atual dos critérios incorre-se no risco de se considerar apenas aspectos internos relativos aos conceitos e leis da Física, o que poderia reforçar uma visão positivista da ciência. Nesse sentido, a ideia de historicidade da ciência apresentada anteriormente representa elemento fundamental para sustentar a presença da História da Ciência no ensino e deve estar explicitada nos critérios mencionados, pois considera as dimensões interna e externa do conhecimento científico.

No que se refere ao processo de análise e seleção das coleções didáticas inscritas em cada edição do PNLD, tanto o instrumento de avaliação das obras quanto o perfil da equipe avaliadora são fundamentais para garantir a qualidade das coleções didáticas aprovadas. Por se tratar de uma política pública em que vultosos recursos públicos são investidos, é fundamental que o PNLD esteja em sintonia com o conhecimento produzido no âmbito da pesquisa acadêmica relacionada ao ensino, sobretudo pelo fato dessa ser desenvolvida nas universidades brasileiras por numerosos profissionais em nosso país e por expressar conhecimento científico sistematizado e respaldado no âmbito das Ciências Humanas, em sintonia com a produção internacional.

Nesse sentido, as coleções didáticas de Física aprovadas devem expressar tendências apontadas pela pesquisa e reafirmadas em eventos periódicos nacionais

e regionais, tais como o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), bem como não carregar consigo elementos nocivos ao ensino e à aprendizagem apontados nesses mesmos espaços acadêmicos. Certamente o preço a ser pago nesse sentido seria a redução quantitativa das coleções aprovadas e disponibilizadas para escolha, que poderia ser um considerado um ponto positivo, dado o fato de tal redução levaria o Programa a ganhar em termos de qualidade.

Entretanto, no que se refere à presença da História da Ciência, a tônica dada pela IES que coordenou o processo de avaliação das coleções nas três edições do Programa tem se mostrado insuficiente para privilegiar as coleções didáticas que estejam em sintonia com a pesquisa acadêmica. Com isso, coleções didáticas de Física consagradas tradicionalmente têm conseguido superar a etapa de avaliação pedagógica e, conseqüentemente, se impor como opção majoritária no momento da escolha nas escolas. Nesse sentido, são elencados dois motivos para tal cenário.

Em primeiro lugar, a estrutura da ficha de avaliação de Física, essencialmente inalterada ao longo das três edições, não explicita de forma clara como a História da Ciência deve ser avaliada nas coleções, nem quais articulações devem ser feitas no interior de cada obra. A análise dos indicadores específicos mostrou que há uma imprecisão conceitual no que se refere ao papel da História da Ciência no Ensino de Física, o que tende a marginalizar sua presença nas obras, não articulando-a com os conteúdos didáticos e, assim, impedindo o professor desenvolver o seu trabalho no rumo apontado pelos estudos acadêmicos especializados: o de abordar aspectos relacionados à Natureza da Ciência.

Essa imprecisão conceitual é evidenciada nos indicadores da ficha de avaliação à medida que esses não traduzem um posicionamento epistemológico claro acerca do próprio entendimento de História da Ciência, bem como sobre o seu papel para o ensino de Física. Em relação ao primeiro posicionamento, o fato das fichas de avaliação tratarem num âmbito geral a História da Ciência e utilizarem o termo “evitar” na construção dos indicadores, delega aos avaliadores a tarefa de interpretar e julgar com base em seus parâmetros se as coleções atendem ou não ao que é solicitado. Nesse sentido, o instrumento perde em termos de objetividade e rigor, sendo que sua aplicação pode depender exclusivamente da interpretação do avaliador, o que pode incorrer em análises relativistas.

No que se refere ao segundo posicionamento epistemológico, as fichas de avaliação utilizadas até então abrem precedentes para que a presença da História da Ciência nas coleções didáticas aprovadas se dê de forma complementar e periférica, por meio de supostas articulações, isentando os autores e editores de promover a sua integração com o texto central e com as atividades propostas. Ao não vincular a História da Ciência às finalidades da Educação Científica, os indicadores das fichas de avaliação assumem a perspectiva hegemônica do ensino de Física no Brasil, em que a História da Ciência é vista como conteúdo complementar, que desperta interesse pelo “diferente”, pelo “inusitado”, contudo sem potencializar um ensino que transcenda a abordagem de conteúdos científicos e que possibilite a formação cidadã crítica.

Nesse sentido, convém destacar que a ausência de uma epistemologia clara subjacente aos indicadores da ficha de avaliação poderia ser atenuada em parte caso a equipe de avaliadores possuísse formação adequada - tanto em âmbito inicial, quanto em nível *stricto sensu* em Educação ou Ensino de Física - e produção acadêmica relacionada à presença da História da Ciência no Ensino de Física. Entretanto, a análise do currículo Lattes dos avaliadores mostrou que, embora houve melhoria no perfil técnico ao longo das edições, no que se refere à História da Ciência as carências ainda persistem.

E que impactos diretos isso pode ter trazido para a avaliação da presença da História da Ciência nas coleções avaliadas? A imprecisão conceitual nos indicadores específicos das fichas de avaliação em sintonia com o predomínio de um perfil de avaliador, caracterizado pela ausência de produção acadêmica sobre História da Ciência e ensino, indica que o processo de seleção pedagógica das coleções pode não ser capaz de privilegiar apenas coleções que atendam às recomendações da pesquisa científico-acadêmica da área de Ensino de Física.

Ao contemplar em sua estrutura termos pouco precisos do ponto de vista epistemológico, a ficha de avaliação abre precedentes para que haja diferentes avaliações para uma mesma coleção. Se cabe ao avaliador, com base em supostas evidências identificadas, apontar se uma coleção se encaixa ou não num determinado critério relacionado à História da Ciência, é de se supor que as coleções didáticas de Física submetidas ao processo tendam a ser aprovadas. Por outro lado, eventualmente em função da presença de avaliadores com formação em História da Ciência e com produção voltada para o ensino, algumas coleções podem ser

reprovadas nesse quesito. Assim, a possibilidade de uma determinada coleção ser aprovada e também reprovada, em função de critérios subjetivos adotados por distintos avaliadores, compromete a credibilidade do processo de avaliação pedagógica.

Afinal, se o instrumento de avaliação visa identificar a presença de determinados elementos na coleção, sua utilização não deve possibilitar divergências no processo, salvo possíveis equívocos conceituais por parte dos avaliadores. A objetividade do instrumento é essencial para garantir isonomia a todos os interessados no processo, ao passo que também deve atender às demandas educacionais sinalizadas pela pesquisa acadêmica.

Com base na literatura apresentada anteriormente, ressalta-se que a presença de contribuições da História da Ciência no ensino de Física não deve ser entendida como um elemento adicional, complementar ao ensino. É um dos componentes fundamentais para imprimir identidade própria à Física Escolar, de modo que possa dialogar com os demais componentes curriculares, com vistas a contribuir na formação cidadã por meio da alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social. Para tal, se faz necessário contemplar no currículo escolar, em particular nas disciplinas científicas, discussões relacionadas à Natureza da Ciência.

Evidentemente, a abordagem de conteúdos metacientíficos nas aulas de Ciências depende dos encaminhamentos dados pelo professor em sala de aula. Convém ressaltar que, dada a importância do livro didático no contexto educacional brasileiro, mais do que nunca esse artefato deve possibilitar subsídios para que o professor possa orientar o ensino nessa direção. Nesse sentido, a História da Ciência pode contribuir seja na articulação de aspectos contextuais aos conteúdos escolares de Física, seja em discussões específicas acompanhadas dos devidos encaminhamentos, seja por meio de atividades integradoras, etc.

A questão que se levanta é que nenhum indicador analisado da ficha de avaliação explicita essa preocupação. Existem indicadores separados, voltados para as articulações CTS, para a presença da História da Ciência, para a presença de atividades, etc., cujo efeito prático é a fragmentação, não contribuindo para a avaliação da coleção num sentido amplo, isto é, de compreender se ela em sua totalidade possibilita ao professor desenvolver abordagens em que a Natureza da Ciência seja problematizada.

A ausência de um posicionamento enfático, tanto nos critérios eliminatórios quanto nas fichas de avaliação em relação ao que deveria ser banido das coleções submetidas no âmbito do PNLD, abre precedentes para que supostas contribuições da História da Ciência fossem explicitadas por meio de biografias de cientistas, cronologias e por “descobertas” isoladas. Tal aspecto legitimou um ranço de cunho positivista acerca da ciência em sua dimensão histórica, em que o conhecimento científico é visto como socialmente neutro e que independe de um contexto social.

Nesse sentido, em sua estrutura as coleções a serem avaliadas têm potencial de conter narrativas históricas problemáticas, em que o cientista é visto numa perspectiva hagiográfica, para a qual sua “descoberta” é considerada uma dentre muitas virtudes de sua vida, que não encontrarão problemas em relação à ficha de avaliação, uma vez que do ponto de vista lógico-formal, isso passaria pelo instrumento. E são justamente essas distorções presentes nos livros didáticos tradicionais que a pesquisa sobre História da Ciência e ensino tem alertado no sentido de que devem ser combatidas e eliminadas, uma vez que representam um desserviço ao ensino.

Com vistas a compreender que aspectos sobre História da Ciência são privilegiados nas coleções didáticas recém aprovadas e enviadas às escolas públicas do Brasil, será analisado na sequência como as quatro coleções mais distribuídas no PNLD 2018 se propõem a apresentar elementos de História da Ciência na abordagem de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Objetiva-se assim compreender em que medida a conjectura levantada acerca do conjunto dos elementos considerados - análise dos critérios presentes no edital, dos indicadores constituintes da ficha de avaliação e do perfil da equipe de avaliadores - é válida e apresenta implicações para o ensino de Física a partir de coleções didáticas do PNLD.

6.4 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NAS COLEÇÕES DE FÍSICA APROVADAS PARA O PNLD 2018

Investigar como a História da Ciência se faz presente na abordagem de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea em coleções didáticas aprovadas para a última edição do PNLD permite compreender, em certa medida, como o discurso de ressignificação curricular da Física tem sido incorporado pelos livros didáticos. Ao delimitar a análise nas quatro coleções mais distribuídas, pretende-se

obter indicativos de como a resignificação da Física Escolar tem sido assimilada em seu código disciplinar, sobretudo em seus elementos invisíveis.

6.4.1 Um panorama geral do PNLD 2018 a partir do Guia de Livros Didáticos

Em vigência no presente momento, o PNLD 2018 é a terceira edição do PNLD para o Ensino Médio. No que se refere ao componente curricular Física, doze coleções didáticas foram aprovadas na seleção dessa edição, representando a maior taxa de aprovação de coleções inscritas observada até então¹³². Conforme previsto no edital, as resenhas das coleções aprovadas compuseram o Guia de livros didáticos – Física, disponibilizado aos professores no período em que se realizou o processo de escolha nas escolas.

Em sua introdução, ao apresentar o processo que culminou na aprovação das doze coleções, o Guia de Física – PNLD 2018 aponta como uma evolução o aumento do percentual de coleções aprovadas desde o PNLEM 2009, passando de 27% para 75% das coleções inscritas na última edição. Segundo o Guia, isso reflete a maior atenção de autores e editores em relação às exigências contidas nos editais, ao mesmo tempo que possibilita um maior leque de opções disponíveis aos professores no momento da escolha (BRASIL, 2017a).

Embora reconheça que a Física Escolar se estruturou a partir de uma tradição de práticas razoavelmente aceitas por professores e escolas brasileiras na atualidade, o Guia aponta a necessidade de se articular com a estrutura conceitual da disciplina, elementos provenientes de outras áreas, bem como seus aspectos históricos, tecnológicos, sociais, ambientais, etc., com vistas a oportunizar um aprendizado que permita ao estudante uma formação cidadã básica. Atualmente consiste num desafio para o Ensino Médio (e conseqüentemente para a Física) oportunizar ao estudante uma formação escolar que não implique em exclusão social: ao mesmo tempo que lhe permita sua inserção no mercado de trabalho, lhe dê condições para dar continuidade em seus estudos superiores.

No que se refere à organização dos conteúdos escolares, a maioria das coleções aprovadas nessa edição o faz com base em blocos tradicionalmente conhecidos pelos professores. Em linhas gerais, as coleções abordam tópicos de

¹³² Conforme dados dispostos na TABELA 2.

Cinemática, Dinâmica e Estática no primeiro volume; Termologia, Óptica Geométrica e Ondulatória no segundo e, por fim, Eletrostática, Eletrodinâmica, Eletromagnetismo e Física Moderna no terceiro volume. Ainda que com variações pontuais na organização no interior de cada volume, essa perspectiva dominante pouco contribui na diversidade da oferta de materiais para escolha do professor, além de não levar em consideração as propostas de organização curricular elencadas nas PCN+. Portanto, no que se refere às possibilidades de distribuição dos conteúdos escolares, as coleções em geral ignoram as orientações decorrentes dos documentos curriculares mais recentes, tendo como claro indicativo disso a presença de temas de Física Moderna e Contemporânea concentrada ao final do terceiro volume da maioria das coleções.

O Guia destaca o papel da contextualização no ensino no intuito de se promover a ressignificação da Física. Dentre as possibilidades elencadas, aponta-se o papel da História da Ciência, tanto pelas contribuições propiciadas pela abordagem de aspectos internalistas quanto externalistas. Contudo, apesar de considerar os avanços nessa última edição, o Guia ressalta que,

Por outro lado, um ensino de Física efetivamente contextualizado deve transcender a compreensão do contexto como espaço de exemplificação, motivação ou aplicação do conhecimento. Como proposta metodológica, a escolha da contextualização não pode ser arbitrária, mas consciente e precedida pela problematização. Ou seja, o contexto deve ser entendido como espaço de problematização do conhecimento e com potencial de gerar no estudante a necessidade de apropriação desse conhecimento (de que ele ainda não dispõe). Para isso, o problema apresentado deve ter significado para o estudante. Essa perspectiva ainda não encontra presença marcante nas coleções aprovadas, permanecendo como uma meta a ser alcançada pelo ensino da Física (BRASIL, 2017a, p. 11).

Em relação às coleções aprovadas para o PNL 2018, o Guia destaca que houve melhoria significativa na qualidade do material disponibilizado aos professores para escolha. De acordo com o documento, um primeiro ponto a ser destacado nessa edição está relacionado à diversidade textual dos materiais, em que recursos de diferentes linguagens têm sido incorporados às coleções, visando favorecer abordagens didáticas e, assim, promover a formação plena do estudante.

Um segundo ponto está relacionado à presença dos temas de Física Moderna e Contemporânea nas coleções. Segundo o documento, ainda que a maioria delas dedique capítulos exclusivos para esses temas, algumas têm inserido as temáticas ao longo dos três volumes. O rol de tópicos tem variado, incluindo além dos temas mais

recorrentes (Teoria da Relatividade Restrita e Fundamentos de Física Quântica), temas como dualidade onda-partícula, princípio da incerteza e *spin*. O Guia destaca que algumas coleções abordam de maneira informativa “temas avançados da Física”, como Física Nuclear, Nanotecnologia e Cosmologia. Nesse sentido, o documento aponta que “o professor poderá utilizar essas abordagens para mostrar que a Física é uma Ciência dinâmica e que, com o passar do tempo, se modifica e amplia o seu campo de atuação, conectando-se com outras ciências e outras áreas do conhecimento humano” (BRASIL, 2017a, p. 27).

A presença de contribuições da História da Ciência nas coleções aprovadas é um terceiro elemento destacado no Guia. Segundo o documento, “nas coleções didáticas atuais, sua presença sofreu significativa ampliação, embora ainda sejam encontradas coleções que dedicam espaço exíguo à abordagem histórica dos conteúdos” (BRASIL, 2017a, p. 28). O Guia reconhece que predominam abordagens de caráter internalista nas coleções, sendo poucas obras que trazem elementos socio-históricos. Nesse sentido o documento aponta que

Uma visão inclusiva dos fatores externos da História da Ciência, ou a História Social da Ciência, ainda é pouco privilegiada nas coleções. Nesse sentido, o professor pode buscar coleções que apresentem aspectos internos e externos à Ciência e valorizar ambas as abordagens no estudo dos temas e conteúdos. A valorização da abordagem dos fatores externos favorece a compreensão dos aspectos interdisciplinares presentes na produção da Ciência em todas as épocas, algo cada vez mais apreciado neste século 21 (BRASIL, 2017a, p. 28).

Apesar do Guia constatar a carência de abordagens socio-históricas do conhecimento físico nas coleções aprovadas, tal aspecto decorre em grande medida do *status* atribuído tanto nos critérios do edital, quanto nos indicadores da ficha de avaliação. Com base na análise realizada anteriormente, é possível considerar que esse cenário era esperado, uma vez que a contextualização socio-histórica não consiste numa exigência obrigatória no processo seletivo do Programa. Nesse sentido, pode-se afirmar que os documentos correlatos ao PNLD (o edital e o Guia) se somam a outros documentos que destacam a importância da presença da História da Ciência no ensino de Física, contudo sem se preocupar em prover condições para a sua efetivação.

Ainda que seja possível apontar pontos positivos nas coleções aprovadas, o Guia destaca a presença de elementos decorrentes da tradição escolar da Física, tais

como o predomínio de exercícios algébricos, o papel secundário que a História da Ciência assume na maioria das obras, ausência de atividades investigativas, entre outros. Nesse sentido, em algumas situações o Guia delega ao professor a tarefa de contornar esses obstáculos, o que sinalizaria uma possível materialização do abismo entre discurso curricular e prática escolar.

O Guia assume a necessidade de se ressignificar o ensino da Física Escolar, com vistas a contemplar os estudantes em sua totalidade, não apenas os propensos a serem futuros cientistas ou universitários, mas também aqueles que encontrarão no Ensino Médio a etapa final de sua escolarização. Contudo, ao se deparar com coleções que reforçam aspectos tradicionais da disciplina, incompatíveis com uma perspectiva de escolarização de massas, o Guia explicita que, em termos práticos, o código disciplinar hegemônico da Física pouco mudou.

6.4.2 Presença de elementos de História da Ciência nas coleções mais distribuídas

No intuito de compreender como a História da Ciência se faz presente em algumas coleções aprovadas no PNLD 2018, optou-se neste trabalho em analisar as quatro coleções mais distribuídas, conforme disposto na TABELA 6. Em conjunto, essas coleções representam 51,89% do total de livros distribuídos no âmbito da última edição do Programa.

O recorte para análise engloba conteúdos relacionados à Física do átomo. Essa temática é prevista como parte do Tema Estruturador “Matéria e Radiação” (PCN+) e faz parte dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Entende-se que esses conteúdos apresentam enorme potencial para a presença de elementos da História da Ciência tanto na abordagem de aspectos internos, quanto aspectos externos do conhecimento científico.

No intuito de apresentar algumas informações relacionadas ao recorte realizado para análise, foi organizado o QUADRO 7 que apresenta a localização dos conteúdos em cada uma das coleções. Cada coleção avaliada foi identificada por meio de um código, com vistas a facilitar a apresentação dos elementos obtidos no processo de análise.

QUADRO 7 – DELIMITAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA ANÁLISE

Código	Coleção (Autoria)	Editora	Percentual distribuído	Volume analisado	Páginas analisadas
CD01	<i>Física</i> (Bonjorno e outros)	FTD	20,13%	3	204-205, 225-261
CD02	<i>Física Aula por Aula</i> (Barreto e Xavier)	FTD	13,04%	3	199, 218-240
CD03	<i>Ser Protagonista – Física</i> (Editora SM)	SM	9,74%	3	206-240
CD04	<i>Física para o Ensino Médio</i> (Kazuhito e Fuke)	Saraiva	8,98%	3	230, 247-282

FONTE: O autor (2019).

Antes de apresentar e analisar os principais elementos relacionados à História da Ciência encontrados nas coleções, convém apontar como cada coleção é apresentada no Guia no que se refere a esse aspecto.

De acordo com a resenha da coleção CD01, é possível considerar que a História da Ciência ocupa papel complementar aos conteúdos escolares tradicionalmente abordados. O Guia aponta que a seção complementar “A História conta” apresenta textos que abordam a história de cientistas ou da evolução de conceitos físicos. De acordo com a resenha contida no Guia, “nem sempre estejam relacionados diretamente aos temas da unidade em que estão inseridos, esses textos podem ser explorados em discussões que promovam a compreensão da ciência como uma construção humana” (BRASIL, 2017a, p. 79). Nesse sentido, algumas atividades são propostas com vistas a contribuir para o desenvolvimento intelectual do estudante.

A resenha da coleção CD02 indica que a História da Ciência pode auxiliar na abordagem dos conteúdos, dispostos por sua vez numa ordem tradicional, que vem sendo consolidada pela comunidade escolar ao longo dos anos. (BRASIL, 2017a). É na seção complementar “Lendo a Física” que são apresentados elementos de História da Ciência que, de acordo com a resenha do Guia, “da forma como está distribuída ao longo da coleção, pode ajudar o estudante a reconhecer a Física como um conjunto de conhecimentos produzidos socialmente ao longo da história” (BRASIL, 2017a, p. 73-74). O Guia destaca que o manual do professor apresenta indicação de textos para subsidiar o trabalho docente a respeito da Natureza da Ciência. Se “criticamente adotados”, esses textos podem auxiliar na superação de visões empiristas e/ou ingênuas (BRASIL, 2017a).

Por sua vez, a resenha da coleção CD03 destaca que a presença da História da Ciência se dá ao final de cada capítulo da obra, por meio de uma seção especial

intitulada “Física tem História”, em que se discute o contexto no qual algumas ideias científicas foram construídas (BRASIL, 2017a). Constituída a partir de diferentes recursos juntamente com as outras seções, “A Física tem História” visa a promoção do “reconhecimento da ciência como conjunto de conhecimentos produzidos socialmente ao longo da história” (BRASIL, 2017a, p. 53).

Por fim, a resenha da coleção CD04 indica que a presença da História da Ciência se dá de forma integrada no conjunto da obra, o que possibilita, segundo seus avaliadores, a compreensão do processo de construção do conhecimento físico. Existe uma seção específica na coleção (“A Física na história”) que trata de aspectos relacionados ao desenvolvimento do conhecimento científico (fatos, circunstâncias, controvérsias, etc.). Segundo o Guia, a presença da História da Ciência seria um ponto forte dessa coleção.

Em relação à presença de temáticas de Física Moderna e Contemporânea, a análise das resenhas das quatro coleções indica que esses assuntos são abordados ao final do terceiro volume em unidade específica, salvo casos em que aparecem pontualmente ao longo dos outros dois volumes. Com isso, evidencia-se que essas coleções, ao privilegiarem temáticas de Física Clássica, sobretudo tópicos que deveriam deixar de ser contemplados em função das recomendações expressas a partir dos PCN, encurtam espaço para abordagem de tópicos importantes decorrentes dos desdobramentos da Física ao longo do último século.

O QUADRO 8 foi organizado com vistas a traçar um panorama dos tópicos abordados nas coleções que se referem à temática elencada para análise:

QUADRO 8 – FÍSICA DO ÁTOMO: TÓPICOS ABORDADOS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS

Coleção	Capítulos	Tópicos
CD01	Física Quântica Radioatividade	<u>Física Quântica:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Radiação de corpo negro; • Efeito fotoelétrico; • Efeito Compton. <u>Radioatividade:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Considerações históricas; • Origem da radioatividade; • Transmutação; • Radioisótopos; • Reações nucleares.
CD02	Física Quântica	<u>Física Quântica:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Origens da Física Quântica; • Radiação de um corpo negro; • Modelo atômico de Bohr; • Efeito fotoelétrico; • Princípio da incerteza.

Coleção	Capítulos	Tópicos
CD02	Física Nuclear	<u>Física Nuclear:</u> <ul style="list-style-type: none"> • O núcleo atômico; • Decaimento nuclear; • Reações nucleares; • Energia nuclear e sua utilização.
CD03	A Física do “muito pequeno”	<u>A Física do “muito pequeno”:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Estrutura da matéria (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr); • Física Quântica (trabalho de Planck, efeito fotoelétrico, dualidade, microscópio eletrônico, princípio da incerteza, princípio da correspondência, descoberta do <i>spin</i>, modelo contemporâneo do átomo, modelo quântico de condução elétrica, dispositivos semicondutores); • Física das partículas elementares; • Física Nuclear (descoberta da radioatividade, decaimento radioativo, efeitos biológicos da radiação ionizante).
CD04	Teoria Quântica Física Nuclear	<u>Teoria Quântica:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Radiação do corpo negro; • Efeito fotoelétrico; • Dualidade da luz e da matéria; • O princípio da complementaridade; • Modelo atômico de Bohr; • Princípio da Incerteza de Heisenberg. <u>Física Nuclear:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Átomo até a década de 1950; • A radioatividade e os processos nucleares; • Partículas do Modelo Padrão; • Meia-vida; • A datação por isótopos; • Radiações ionizantes.

FONTE: O autor (2019).

A partir do quadro acima percebe-se que, com exceção da coleção CD03, as demais coleções estruturaram os conteúdos em dois capítulos. Embora cada coleção apresente um aprofundamento e detalhamento específico, a lista de conteúdos privilegia uma sequência comum. Em geral, na parte destinada à Física Quântica parte-se do cenário configurado ao final do século XIX em que o problema da radiação de corpo negro é colocado como um importante desafio a ser enfrentado naquele contexto. A partir do trabalho de Planck segue-se o estudo do efeito fotoelétrico, dos modelos atômicos e de alguns desdobramentos que levaram ao surgimento da Mecânica Quântica. Por sua vez, na parte destinada à Física Nuclear, a abordagem toma como ponto de partida o contexto de descoberta da radioatividade, seguido pelo estudo das reações nucleares, obtenção de energia nuclear e pelos efeitos biológicos decorrentes.

No processo de análise dos tópicos elencados no QUADRO 8, procurou-se identificar em cada coleção a presença de quatro conjuntos de elementos:

- a. **Fontes históricas primárias:** textos filosóficos ou científicos, imagens e demais documentos da cultura material produzidos na última década do século XIX e na primeira metade do século XX;
- b. **Fontes históricas secundárias:** produções escritas posteriores, preferencialmente de historiadores da ciência;
- c. **Textos históricos produzidos pelos autores:** materiais produzidos pelos autores da coleção;
- d. **Atividades relacionadas à História da Ciência:** questões propostas nas coleções com base nos elementos acima.

Em relação à presença de **fontes históricas primárias**, a análise das coleções didáticas evidenciou que predominou a utilização de imagens. O QUADRO 9 organiza os tipos de fontes primárias obtidas a partir da análise realizada.

QUADRO 9 – PRESENÇA DE FONTES HISTÓRICAS PRIMÁRIAS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS

Coleção	Fontes primárias encontradas
CD01	<ul style="list-style-type: none"> • Oito fotografias de cientistas com descrições biográficas; • Duas fotografias relacionadas ao uso militar da bomba atômica contra o Japão, no contexto da Segunda Guerra Mundial.
CD02	<ul style="list-style-type: none"> • Uma fotografia de cientista acompanhada de seu nome.
CD03	<ul style="list-style-type: none"> • Duas fotografias de cientistas com descrições biográficas, inseridas em textos complementares; • Uma fotografia da primeira radiografia feita acompanhada de um comentário descritivo.
CD04	<ul style="list-style-type: none"> • Dez fotografias de cientistas acompanhadas de descrições biográficas e comentários dos autores; • Uma fotografia de uma bomba atômica detonada em 1952, acompanhada de comentário dos autores.

FONTE: O autor (2019).

Conforme mostra o quadro, em sua maioria as fontes primárias são fotografias de cientistas que desenvolveram estudos no contexto do final do século XIX e das primeiras décadas do século XX, dentre os quais é possível destacar Louis de Broglie, Albert Einstein, Ernest Rutherford, Niels Bohr, Werner Heisenberg e Marie Curie. Praticamente todas as imagens estavam acompanhadas de informação biográfica básica (datas de nascimento e morte), sendo que algumas carregavam consigo alguma nota histórica produzida pelos autores. A coleção CD04 foi a que mais

incorporou imagens de cientistas, ao passo que a coleção CD02 foi a que menos utilizou.

Ainda que de forma pontual, foram observadas imagens relacionadas à atividade científica na coleção CD03 (uma foto da primeira radiografia feita por Röntgen e uma foto de Marie Curie no trabalho de laboratório). A coleção CD01 incorporou duas fotos relacionadas às consequências da detonação da bomba atômica em Nagasaki (1945), sem promover a devida discussão a respeito. Por sua vez, a coleção CD04 inseriu a fotografia de uma bomba detonada no início do capítulo dedicado à Física Nuclear, promovendo no texto introdutório algumas reflexões sobre aspectos éticos da atividade científica.

Em relação às fontes primárias, pode-se considerar que predominou nas coleções analisadas o uso de fotografias de cientistas. Notou-se que não foram utilizadas na construção dos capítulos outras fontes primárias, tais como elementos da própria produção acadêmica de cientistas envolvidos no contexto de desenvolvimento da Física na primeira metade do século XX e que apresentam potencial didático para abordagem de conteúdos metacientíficos.

Por sua vez, no que se refere à presença de **fontes históricas secundárias** nas coleções analisadas foi observado que cada coleção apresenta ao menos uma inserção, conforme apresentado no QUADRO 10.

QUADRO 10 – PRESENÇA DE FONTES HISTÓRICAS SECUNDÁRIAS NAS COLEÇÕES DIDÁTICAS

Coleção	Fontes secundárias encontradas
CD01	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Texto complementar</u>: “Entrevista com o físico José Leite Lopes”. Trechos selecionados a partir do livro <i>Cientistas do Brasil: depoimentos</i>, organizado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.
CD02	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Texto complementar</u>: “Louis de Broglie – ondas de matéria”. Trechos selecionados do livro <i>Dos Raios X aos Quarks</i>, de Emilio Segrè.
CD03	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Texto complementar</u>: “O prêmio Nobel e Madame Curie”. Trechos selecionados do livro <i>Gênio obsessivo: o mundo interior de Marie Curie</i>, de B. Goldsmith. • <u>Texto complementar</u>: “Contribuições do pensamento físico”. Texto retirado das notas de aula <i>Contribuições do pensamento físico para a compreensão do fenômeno amoroso</i>, de José Alves Silva.
CD04	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Texto complementar</u>: “É possível estudar o impossível?”. Texto retirado do livro <i>Física do impossível</i>, de Michio Kaku.

FONTE: O autor (2019).

A coleção CD01 optou por inserir um recorte de uma entrevista com o físico brasileiro José Leite Lopes, com vistas a reconstruir alguns elementos do contexto da década de 1940, especificamente no âmbito do Projeto Manhattan (EUA). Por sua vez, a coleção CD02 trouxe trechos do livro do físico Emilio Segrè acerca da biografia de Louis de Broglie. A coleção CD03 apresenta dois textos: um de natureza histórica em que se descreve o contexto que levou Marie Curie a receber o prêmio Nobel, ao passo que o outro, embora contenha algumas menções históricas e epistemológicas, tem por objetivo discutir possíveis implicações das mudanças sofridas pela Física em outros campos do conhecimento. Por fim, a coleção CD04 traz um texto que, apresentando algumas informações históricas, permite discutir aspectos epistemológicos da Física, sobretudo relacionados às fronteiras do conhecimento físico.

Todas as fontes históricas secundárias foram inseridas nas coleções ao final de capítulos, em seções específicas acompanhadas de atividades próprias. Em relação à pertinência das fontes, destacam-se positivamente a coleção CD04, por utilizar um texto em que as informações históricas têm por finalidade suscitar reflexões de ordem epistemológica sobre a Física, e a coleção CD03, por trazer um texto que problematiza questões de gênero e a atividade científica.

Por outro lado, os demais textos não se destacam em sua potencialidade para discussão de aspectos relacionados à Natureza da Ciência. O segundo texto presente na coleção CD03 é problemático à medida que sua interpretação pode conduzir os estudantes a desenvolver perspectivas relativistas e atribuí-las exclusivamente à Física Quântica. Por sua vez, textos biográficos como os apresentados pela coleção CD02 pouco tendem a contribuir, pois acabam desconsiderando elementos importantes na compreensão do desenvolvimento da ciência ao centrar-se na narrativa biográfica do cientista em questão.

Todas as coleções apresentam **textos históricos produzidos pelos próprios autores**. Esses textos geralmente estão integrados ao texto principal, se limitando em grande medida a abordagens de aspectos biográficos. Contudo, em alguns casos observa-se um encadeamento de fatos que visam abordar a origem de um dado tópico específico. Acerca desse item, serão tomados dois exemplos para análise: (i) como cada coleção aborda o surgimento da Física Moderna e se essa narrativa é protagonizada por algum personagem específico; (ii) como cada coleção aborda aspectos relativos ao surgimento da Física Quântica.

Em relação ao primeiro exemplo, foram selecionados os seguintes trechos das coleções:

O físico-matemático e engenheiro britânico Lorde Kelvin (William Thomson), na introdução de uma palestra, em abril de 1900, disse que a beleza e a clareza da teoria dinâmica, que expressa o calor e a luz como formas de movimento, ainda não estavam resolvidas e por isso a Física não estava encerrada [...] **Resolvidas essas questões, segundo lorde Kelvin, no campo da Física não haveria fenômenos sem explicação, nem novas descobertas a serem feitas. Portanto, a Física estaria “encerrada”** (CD01, p. 204-205, grifos nossos).

A Física Quântica surgiu em uma época em que se supunha que a Física Clássica era capaz de explicar a maior parte dos fenômenos observados. **No começo do século XX, acreditava-se que a Física estava consolidada e que haveria muito pouco a ser descoberto. Conta a história que um dos grandes físicos do século XIX, lorde Kelvin, desestimulou novos estudantes a partir para o estudo da Física afirmando: “Não há nada de novo a ser descoberto na Física agora. Tudo que resta são medidas mais e mais precisas”.** No entanto, também está documentado que, em 27 de abril de 1900, o mesmo lorde Kelvin proferiu uma palestra na Instituição Real Britânica intitulada *Nineteenth-Century Clouds over the Dynamical Theory of Heat and Light* (numa tradução livre, “Nuvens do século XIX sobre a teoria dinâmica do calor e da luz”). **Nesta palestra, ele cita a existência de dois problemas que ainda faltavam a ser resolvidos pela Física teórica: o resultado nulo do experimento de Michelson-Morley; e a chamada radiação de corpo negro,** um problema que ainda não mencionamos, relacionado ao espectro de emissão e absorção da radiação por um corpo, principalmente com relação à temperatura. **Esses problemas deram origem a uma nova física, a Física Quântica** (CD02, p. 218, grifos nossos).

No final do século XIX, acreditava-se que a Física clássica era capaz de explicar todos os fenômenos conhecidos. Segundo alguns cientistas da época, restavam apenas alguns ‘poucos problemas a resolver’. Contudo, para explicar alguns desses ‘poucos problemas’, a Física clássica teve de ser ‘complementada’ por outro corpo teórico, cujos princípios são bem diferentes dos postulados até então. Essas mudanças culminaram no desenvolvimento da Física Quântica, que transformou profundamente os conceitos da época, redefinindo aqueles já estabelecidos para energia, posição e momento (CD03, p. 213, grifos nossos).

No final do século XIX, o conhecimento relacionado a essas áreas estava tão bem estabelecido que dava a sensação de que nada mais existia para ser descoberto. Era tal a confiança nos resultados obtidos que Willian Thomson (conhecido como Lorde Kelvin) chegou a afirmar que não havia mais nada a ser descoberto, restando aos físicos apenas a tarefa de aumentar a precisão das medidas obtidas. Nas palavras de Lorde Kelvin, a Física era ‘um céu azul, com algumas nuvens’, representando fatos cuja explicação não era completa: átomos absorviam ou emitiam energia correspondente a radiações eletromagnéticas de apenas determinadas frequências, objetos mudavam de cor quando aquecidos e metais emitiam elétrons quando iluminados por luz ultravioleta. Esses pequenos problemas se situavam em áreas limítrofes de seus respectivos

domínios, longe de questões, as quais estavam todas respondidas (CD04, p. 230, grifos nossos).

De acordo com os trechos acima, as quatro coleções consideram a existência de um consenso entre cientistas ao final do século XIX de que, enquanto campo do conhecimento, a Física estaria finalizada. Em suas narrativas, três coleções (CD01, CD02 e CD04) mencionam o físico Lorde Kelvin (William Thomson, 1824-1907), atribuindo-lhe a defesa de algumas concepções descritas, supostamente defendidas numa palestra¹³³ proferida na Associação Britânica para o Progresso da Ciência em 1900.

Em linhas gerais, percebe-se pelos trechos acima que Lorde Kelvin desencorajou os jovens a se dedicarem ao estudo da Física, pois a atividade científica nesse campo estaria praticamente encerrada. Segundo os excertos, as questões a serem resolvidas no âmbito da Física representariam duas pequenas nuvens que ainda estariam ofuscando o céu azul da Física e cuja resolução completaria o seu quadro teórico. Feito isso, o papel dos físicos a partir de então seria apenas de aumentar a precisão das medidas.

Contudo, as narrativas selecionadas apresentam inconsistências quanto à veracidade das informações vinculadas. Nesse sentido convém destacar que, embora a maioria das coleções mencione ideias supostamente defendidas por Lorde Kelvin na palestra proferida em 1900, nenhuma delas apresenta na lista das referências bibliográficas utilizadas a fonte primária produzida pelo renomado físico.

Tal característica pode ser um indício de que as coleções didáticas reproduzem narrativas de outras obras, descuidando-se no que se refere ao rigor histórico. Em relação a esse caso específico, a análise do trabalho de Kelvin (1901), bem como de Medeiros (2007) e Schulz (2007) permite compreender como os trechos apresentados acima estão carregados de elementos que comprometem a credibilidade histórica dos relatos.

Em sua palestra, Kelvin (1901) abordou dois problemas enfrentados pela Física na constituição da teoria dinâmica, que considerava calor e luz como modos de movimento. Segundo o físico, duas nuvens obscureciam o entendimento dessa teoria bem como sua apreciação: (i) as implicações da teoria ondulatória da luz (a questão

¹³³ As ideias apresentadas por Kelvin nessa palestra foram publicadas em artigo intitulado *Nineteenth century clouds over the dynamical theory of heat and light*, na *Philosophical Magazine* em 1901.

do éter luminoso); (ii) a doutrina de Maxwell-Boltzmann referente à partição da energia pelo tempo. Longe de serem questões triviais (“nuvenzinhas”), Kelvin destaca que esses temas se mostravam como importantes problemas no horizonte da virada do século para a Física.

Medeiros (2007) chama a atenção para a presença de narrativas míticas e deformações históricas na constituição do contexto histórico do surgimento da Física Moderna em livros didáticos. Segundo o autor,

Alguns desses mitos já são clássicos e constituem-se apenas em meras reproduções de velhas “estórias” já contadas em livros para a Universidade. Outras distorções, no entanto, são novas e constituem-se em versões pioradas daquelas presentes em textos universitários apresentadas, porém, com a aparência de informações históricas confiáveis. [...] Algumas delas podem parecer, à primeira vista, como uma mera questão de detalhe, como um simples preciosismo de algum historiador mais exigente. Entretanto, quando analisadas mais atentamente, tais distorções podem revelar a enorme ameaça em que podem se constituir para o desenvolvimento de uma compreensão mais crítica e abrangente do quadro geral de desenvolvimento histórico e da organização atual das ideias da Física (MEDEIROS, 2007, p. 278).

Segundo esse autor, essas distorções são nocivas ao ensino pois repassam visões ingênuas sobre os processos de produção do conhecimento científico. Ao analisar a narrativa mítica sobre Lorde Kelvin e o contexto de surgimento da Física Moderna, Medeiros destaca que, de tão repetida, ela se converteu numa verdade absoluta no imaginário de boa parte dos professores e presente em muitos livros didáticos. Considerada como algo danoso pelo autor, a narrativa presta um desserviço para a compreensão do desenvolvimento da Física Moderna e uma análise histórica mais cuidadosa seria suficiente para desmistificá-la.

Por sua vez, Schulz (2007) destaca que muitos aforismos fantasiosos foram atribuídos a Lorde Kelvin. Ao desmentir boa parte deles, com base na análise de fontes primárias e estudos historiográficos especializados, ele sinaliza que “ao contrário do que muitos propagam, Lorde Kelvin na verdade parecia estar bem ciente do impasse da física clássica na época e deixou para os seus sucessores uma indicação clara de que rumos deveriam ser seguidos” (SCHULZ, 2007, p. 509). Com base no trabalho de Schulz, é possível considerar que todas as afirmações atribuídas a Lorde Kelvin nos trechos acima são fantasiosas e prestam um desserviço ao ensino de Física.

No que se refere ao segundo exemplo de narrativa histórica (surgimento da Física Quântica), em geral percebe-se que as coleções atribuem um papel significativo ao problema da radiação de corpo negro, sem destacar as principais divergências existentes no interior da Física, que estavam relacionadas aos conflitos de ordem epistemológica entre a visão mecanicista de mundo e a visão decorrente do desenvolvimento da teoria eletromagnética. Numa clara deformação do contexto científico do final do século XIX e início do século XX, algumas coleções propagam visões equivocadas de que os físicos estariam preocupados apenas em dissipar pequenos problemas, tais como a divergência teórico-experimental da radiação de um corpo negro.

A princípio, cada coleção apresenta de modo próprio a informação histórica relacionada ao surgimento e desenvolvimento da Física Quântica. A coleção CD01 apresenta uma narrativa histórica própria sobre o surgimento da Física Quântica que, partindo dos estudos de Gustav Kirchhoff (1824-1897), vai até a constatação do problema da “catástrofe do ultravioleta”, seguida pela solução “audaciosa” proposta por Planck em 1900, pelo estudo do efeito fotoelétrico e a contribuição de Einstein, bem como pelos posteriores desenvolvimentos que culminaram na dualidade onda-matéria. Abaixo é apresentado um trecho extraído da coleção CD01 sobre o surgimento da Física Quântica:

O resultado foi que a equação de Rayleigh concordava com as experiências para os comprimentos de onda maiores, enquanto para comprimentos menores (frequências maiores) a sua curva tendia para o infinito, estabelecendo o que ficou conhecido como **catástrofe ultravioleta**. Tanto Wien como Rayleigh desenvolveram suas teorias fundamentando-se em conceitos da Física Clássica. A solução do impasse, ou seja, a equação compatível em toda a extensão da curva do espectro de emissão do corpo negro foi conseguida pelo físico teórico alemão Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), que vinha estudando o assunto desde 1897. O raciocínio de Planck envolveu entropia, probabilidades e uma elevada dose de coragem – segundo suas próprias palavras, um “ato de desespero, porque a questão tinha de ser resolvida” – para romper com a concepção clássica da teoria de Maxwell, segundo a qual a absorção, a emissão e a propagação das ondas eletromagnéticas eram processos contínuos. Na solução da questão, Planck introduziu a revolucionária ideia (para a época) de que a energia era emitida proporcionalmente à frequência de vibração dos osciladores eletromagnéticos existentes nas paredes da cavidade, não de maneira contínua, mas sim em quantidades múltiplas de uma quantidade mínima (*quanta*) hf em que h é uma constante que posteriormente foi denominada **constante de Planck** e f , a frequência da radiação (CD01, p. 227, grifos dos autores).

Com base em Medeiros (2007), é possível apontar alguns problemas na citação acima. Em primeiro lugar, não é correto atribuir a Planck no contexto do final do século XIX a formulação da ideia de energia quantizada, mas a Einstein. Medeiros observa que o próprio Planck manifestou contrariedade em 1909 à formulação proposta por Einstein no Congresso de Física realizado em Salzburg. Em segundo lugar, o autor afirma que não existiu, de fato, a catástrofe ultravioleta, alertando que na passagem do século as principais questões no âmbito da Física não se limitavam a situações pontuais como a divergência teórico-experimental relacionada à radiação de corpo negro.

Percebe-se na narrativa acima a construção de uma visão em que a Física Quântica tem uma “data de nascimento”: a publicação do trabalho de Planck. A narrativa em tom dramático sobre Planck (“ato de desespero”, “enorme dose de coragem”), desacompanhada de citações de fontes primárias utilizadas permite inferir que o relato é uma reprodução de narrativas disponíveis em outros livros, podendo inclusive carregar elementos míticos.

É possível afirmar portanto que a narrativa acima representa um exemplo de história *Whig*, pois apresenta apenas a história dos “vencedores”, ignorando-se elementos importantes como as controvérsias científicas, tão enriquecedoras para desenvolver um trabalho em sala de aula com os estudantes, ao mesmo tempo em que reduz a complexidade dos eventos históricos a uma narrativa linear em que o ponto de chegada consiste na enunciação de uma nova lei física, expressa em linguagem matemática e, sempre que possível, aplicada em exercícios.

Em relação ao surgimento e desenvolvimento da Física Quântica, a coleção CD02 apresenta inserções mais breves ao texto principal da obra, contudo questionáveis em termos pedagógicos. Um exemplo seria:

Embora seja costume creditar o nascimento da Física Quântica às pesquisas e conclusões de Planck, o fato é que, embora o pontapé inicial tenha sido dado por ele, houve um número razoável de outros pesquisadores que, de alguma forma, influenciaram os rumos da evolução da teoria. A lista é bastante extensa, por isso vamos citar apenas alguns nomes: Niels Bohr (1885-1962), Albert Einstein (1879-1955), Louis de Broglie (1892-1987), Erwin Schrödinger (1887-1961), Paul Dirac (1902-1984), Werner Heisenberg (1901-1976), Enrico Fermi (1901-1954), Wolfgang Pauli (1900-1958), Max Born (1882-1970), Lev Landau (1908-1968) e Richard P. Feynman (1918-1988), todos agraciados em algum momento com o Prêmio Nobel de Física (CD02, p. 218).

Embora o trecho acima contenha alguns elementos históricos, sua função pedagógica é questionável e sua presença na obra se torna desnecessária, pois limita-se a informar o estudante a respeito de dados biográficos mínimos de cientistas que contribuíram no desenvolvimento da temática, ignorando-se as principais disputas travadas. Na forma como está redigido, o trecho pode induzir à interpretação errônea de que o desenvolvimento da Física Quântica foi fruto do trabalho de personagens ilustres, todos detentores de prêmios Nobel.

Destacando-se, a coleção CD03 apresenta inúmeras inserções históricas ao longo do texto principal. Contudo, ao constituir uma seção no início do capítulo intitulada “Estrutura da Matéria”, os autores traçaram uma narrativa linear com base na contribuição de alguns filósofos e cientistas, tendo como ponto de partida a ideia filosófica de átomo atribuída a Demócrito (séc. V a.C), passando pelas contribuições de Dalton (1766-1844), Joseph John Thomson (1856-1940), Ernest Rutherford (1871-1937), até o modelo atômico de Niels Bohr (1885-1962). Posteriormente, em outra seção essa discussão é retomada, chegando-se ao modelo atual do átomo.

Nota-se, na apresentação dos modelos atômicos, a preocupação em articular o conhecimento físico presente, ainda que em situações pontuais o uso de analogias didáticas acaba por comprometer a qualidade da narrativa histórica, bem como as possibilidades de se compreender os aspectos físicos intrínsecos. Como exemplo desse tipo de inserção na obra destaca-se o que segue:

Thomson propôs que o átomo era constituído por fluido contínuo, com carga positiva, dentro do qual flutuavam cargas negativas. Esse modelo, que ficou conhecido como “**pudim de passas**”, passou a ser o mais aceito, porque propunha uma explicação para os raios catódicos que o modelo de esferas indivisíveis de Dalton não explicava (CD03, p. 207, grifos do autor).

Da forma como está expressa na coleção CD03, a descrição do modelo atômico de Thomson não está adequada pois, ao não se basear numa fonte primária do próprio cientista ou num estudo historiográfico, a coleção reduz sua complexidade à imagem transmitida pela analogia (“pudim de passas”), ignorando os seus principais aspectos físicos, tais como a existência de um fluido de eletricidade positiva de massa desprezível em que os elétrons estavam incrustados em anéis concêntricos, em equilíbrio eletrostático e em movimento. Essa imagem é nociva quando tomada numa perspectiva histórica, pois transmite uma visão infantilizada da atividade científica,

além de ocultar os principais aspectos teóricos que poderiam ser abordados ao final do Ensino Médio.

É importante ressaltar que o modelo atômico de Thomson foi tomado como referência no início do século XX. Nesse sentido, Kragh (2007) aponta que ao mesmo tempo que ele se caracterizou como um modelo estável, tanto do ponto de vista mecânico quanto eletromagnético, era problemático em termos conceituais quanto empíricos. Segundo o autor, esse modelo gozou de um *status* considerável e aceitação entre a comunidade científica no início do século XX, sendo o mais popular entre 1904 e 1910. Com relação ao seu declínio, Kragh observa que:

No entanto, pode ser confuso considerar que a superação do átomo de Thomson se deva simplesmente aos resultados das experiências com espalhamento alfa de Manchester. Uma teoria não é refutada apenas porque deixa de explicar alguns experimentos. O refinamento da teoria atômica de Thomson foi um processo gradual, durante o qual as anomalias se acumularam e tornou-se cada vez mais evidente que o modelo não poderia evoluir para um estado satisfatório (KRAGH, 2007, p. 47-48, tradução nossa).

Nesse sentido, é possível perceber na análise de Kragh que a complexidade inerente aos modelos atômicos não pode ser reduzida a simples menções cronológicas, tampouco a analogias. A História da Ciência mostra que as limitações teórico-epistemológicas do modelo de Thomson somadas às anomalias sucessivas que foram aparecendo evidenciaram que o modelo não poderia se desenvolver mais de forma satisfatória. A consequência disso é que o modelo foi sendo aos poucos abandonado, diferentemente de como é propagado em muitos livros didáticos, em que isso tenha se dado de forma imediata com os estudos conduzidos por Rutherford e sua equipe.

A narrativa histórica sobre a estrutura da matéria da coleção CD03 não contemplou elementos importantes que estiveram presentes em seu desenvolvimento, tais como as discussões filosóficas sobre o atomismo e as controvérsias científicas decorrentes, induzindo o estudante a crer que o processo de constituição de uma física da estrutura da matéria foi isento de conflitos de ordem epistemológica. Apesar de haver elementos de História da Ciência na narrativa, é possível considerar que esses assumem os propósitos de uma história *Whig*, objetivando-se assim articular uma construção histórica cujo fim seria o modelo decorrente dos principais resultados da Mecânica Quântica. Assim, questões importantes de ordem epistemológica e metodológica foram sendo ignoradas.

Por fim, a coleção CD04 apresenta as informações históricas relacionadas ao surgimento e desenvolvimento da Física Quântica na forma de comentários que acompanham as imagens disponibilizadas, bem como em inserções pontuais ao longo do texto principal. Destacam-se abaixo algumas inserções presentes no texto:

Ernest Rutherford (1871-1937) foi um cientista neozelandês. Tendo iniciado sua carreira no laboratório Cavendish sob a orientação de J.J. Thomson, autor do “modelo de pudim de passas” para o átomo, Rutherford propôs um modelo nucleado para o átomo, em que predomina o vazio. Foi laureado com o prêmio Nobel de Química de 1908 pelo estudo de materiais radioativos (CD04, p. 247).

Nas palavras de Rutherford, ‘... foi a coisa mais incrível que já aconteceu em minha vida. Era como se você atirasse um obus de 15 polegadas contra uma folha de papel, e ele voltasse e o atingisse de volta’ (CD04, p. 247).

A primeira citação traz informações biográficas a respeito de Rutherford, se somando à fotografia do cientista disponível na coleção. Essa inserção histórica não integra o texto principal e, além de incorrer no uso indevido da analogia do “pudim de passas” sobre o modelo de Thomson (discutida anteriormente), centraliza em Rutherford o mérito exclusivo pela proposição do modelo nucleado do átomo, desconsiderando assim o fato de que a ciência se desenvolve num coletivo de pensamento, tal como apontou Fleck. Fisicamente, a citação pouco acrescenta ao leitor por justamente não problematizar as limitações estruturais desse modelo atômico, sobretudo referentes à questão da estabilidade a partir da teoria eletromagnética clássica.

Por sua vez, a segunda citação acompanha uma ilustração didática que se refere à montagem experimental do experimento atribuído a Rutherford. Embora os autores mencionem uma referência secundária sobre a fala atribuída ao cientista, através de um levantamento realizado em livros universitários de Física foi possível encontrá-la presente também em textos sobre Física atômica, contudo desacompanhada da devida referência. Em Kragh (2007) é possível perceber indícios de que tal citação não corresponde a um mito, contudo observa o autor que:

No mesmo ano [1908], Hans Geiger, um físico alemão que trabalhou com Rutherford em Manchester, anunciou resultados preliminares sobre a dispersão de partículas alfa por folhas metálicas. Geiger notou uma dispersão apreciável; no ano seguinte, ele investigou o assunto com mais profundidade em colaboração com Ernest Marsden, então um estudante de vinte anos. Eles descobriram que metais pesados eram muito mais eficazes como refletores

do que metais leves e que uma folha fina de alumínio refletia (isto é, dispersava mais de 90°) uma em cada 8.000 partículas alfa que colidiam com ela. Quando Rutherford soube desses resultados, fala-se que ele considerou "o evento mais incrível que já aconteceu comigo em minha vida ... quase tão incrível quanto você disparar um projétil de 40 centímetros em uma folha de papel e virar impactar com você". Rutherford fez esta observação frequentemente citada em 1936, mas não poderia ter sido sua maneira de reagir em 1909-1910. O comentário faz sentido a partir da perspectiva de um núcleo atômico quase vazio, mas Rutherford não teve essa ideia em 1909, quando ainda considerava o átomo como algo cheio, semelhante a Thomson. Em qualquer caso, os experimentos induziram Rutherford a investigar a dispersão das partículas alfa e comparar os resultados com a teoria de Thomson sobre a dispersão das partículas beta (KRAGH, 2007, p. 51, tradução nossa).

A análise histórica feita por Kragh permite evidenciar que, ainda que o relato atribuído a Rutherford seja verdadeiro, a perspectiva histórica dessincronizada adotada na obra torna o relato problemático, pois induz à compreensão de que o processo de construção dos modelos atômicos foi evolutivo e linear. Na citação acima encontramos também os elementos que mostram que o modelo atômico de Rutherford é, na verdade, resultado de uma longa produção de um coletivo de pensamento.

O último item analisado nas coleções didáticas refere-se à presença de **atividades relacionadas à História da Ciência**. Em função do recorte temático, todas as atividades propostas no Livro do Estudante foram analisadas e as atividades relacionadas à informação histórica foram organizadas em quadros a seguir. Procurou-se identificar o tipo de atividade histórica e se sua presença se dá em relação ao texto principal (obrigatório para todos os estudantes) ou em função dos textos complementares (o que pode ser considerado como um elemento opcional na prática escolar).

Nesse sentido, o QUADRO 11 apresenta as atividades da coleção CD01.

QUADRO 11 – COLEÇÃO CD01: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

	Atividade	Referência
01	O ano de 1905 é considerado o <i>annus mirabili</i> da vida científica de Albert Einstein. Ao longo desse ano, ele publicou cinco artigos, três dos quais revolucionaram a Física – porém, ao receber o prêmio Nobel em 1921, apenas um foi citado. De qual assunto desse artigo estamos nos referindo?	Texto complementar "Células Fotoelétricas"
02	Qual foi a hipótese sugerida por De Broglie em 1924?	Texto principal
03	O texto afirma que o termo 'nuclear' foi retirado do nome do exame de ressonância nuclear magnética pela conotação negativa que a palavra carrega na década de 1970 por causa das usinas nucleares. Que outro acontecimento histórico associado à Física nuclear contribuiu para a conotação negativa do termo?	Texto complementar "Imagem por ressonância magnética"

	Atividade	Referência
04	O Projeto Manhattan foi uma iniciativa do governo estadunidense em construir no menor tempo possível, armas nucleares para vencer os alemães na Segunda Guerra Mundial. Esse esforço coletivo durou quatro anos e pôs fim à guerra, com a rendição do Japão. O custo estimado desse projeto foi de 2 bilhões de dólares que, em valores atuais, chega próximo de 26 bilhões de dólares. Por que os Estados Unidos investiram tanto na construção da bomba atômica?	Texto complementar “Entrevista com o físico José Leite Lopes”
05	Após a Segunda Guerra Mundial, o governo brasileiro investiu em desenvolvimento tecnológico nuclear. Faça uma pesquisa e investigue o porquê disso.	
06	Investigue por que os Estados Unidos e a União Soviética resolveram revelar seus segredos científicos da energia nuclear.	

Fonte: O autor (2019).

Das atividades propostas na coleção CD01 percebe-se que apenas uma (atividade 02) encontra-se vinculada ao texto principal e, mesmo assim, a informação histórica presente não permite que sejam abordados aspectos referentes à Natureza da Ciência, pois limita-se apenas a exigir que o estudante mencione qual foi a contribuição de De Broglie. As demais atividades estão vinculadas aos textos complementares.

As atividades 01 e 03 exigem a menção do assunto científico abordado ou o evento histórico ocorrido, sem promover a devida reflexão. Em particular, a atividade 01 poderia explorar as possíveis causas, motivadas em parte pelas controvérsias em torno da ideia de quantização de energia, que levaram Einstein a receber tardiamente o prêmio Nobel em 1921, ao invés de se limitar a uma resposta direta obtida no próprio capítulo. Por sua vez, as atividades 04, 05 e 06 permitem ao estudante compreender aspectos relacionados ao uso social da ciência, tendo um potencial para o ensino, desde que orientadas numa perspectiva investigativa em que os estudantes possam debater. Para isso é necessário que a coleção apresente orientações específicas ao professor.

Em relação à coleção CD02, as atividades que envolvem elementos históricos estão dispostas no QUADRO 12.

QUADRO 12 – COLEÇÃO CD02: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

	Atividade	Referência
01	No passado, o ser humano acreditou que o átomo era a menor partícula que constitui a matéria. No final do século XIX, descobrimos que o átomo era constituído de partículas menores, os prótons, os nêutrons e os elétrons. No século XX, partículas ainda menores foram descobertas, como os <i>quarks</i> , que constituem os prótons e os nêutrons. Até onde chegaremos?	Questão reflexiva (abertura de capítulo)

	Atividade	Referência
02	A energia nuclear é muito conhecida por causa das explosões atômicas deflagradas durante a Segunda Guerra Mundial. Mas será que toda essa energia só pode ser utilizada para fazer mal à sociedade?	
03	A introdução da Mecânica Quântica no meio científico provocou uma reformulação de toda a Física. Faça uma reflexão sobre essa afirmação e, em seguida, elabore um resumo citando os principais fatos desse evento.	Texto principal
04	Responda às questões: a) por que a radiação de corpo negro teve um papel fundamental no desenvolvimento da Física Quântica? b) explique a expressão <i>quantum</i> (palavra latina cujo plural é <i>quanta</i>) na Física Quântica.	
05	(UFU-MF) Leia atentamente o seguinte texto e responda à questão proposta. Quando o físico francês Antoine Henri Becquerel descobriu, em 1896, que o urânio emitia espontaneamente uma radiação que ele denominou “raios urânicos”, seguiu-se uma grande revolução no conhecimento científico. Sua descoberta contribuiu para a hipótese de que o átomo não era o constituinte último da matéria e abriu caminho para a área da física nuclear. O próprio Becquerel identificou que os “raios urânicos” eram constituídos de três partes distintas. Mais tarde, essas partes foram denominadas radiação alfa (núcleo do átomo de hélio), radiação beta (elétrons altamente energéticos) e radiação gama (de natureza eletromagnética). Marie Curie e seu marido Pierre Curie verificaram esse mesmo fenômeno em dois novos elementos, rádio e polônio, por eles descobertos. Podemos afirmar que o texto: a) trata da descoberta da radioatividade. b) trata da descoberta do efeito fotoelétrico. c) mostra a origem da radiação eletromagnética. d) apresenta a origem do conceito de átomo.	
06	Como foi a construção da carreira científica de De Broglie? Ele apresentava aptidão para as ciências desde a juventude?	
07	O texto apresenta a hipótese de Einstein sobre a luz ser “corpuscular em todas as trocas de energia com a matéria”. Qual era essa hipótese e como ela ficou conhecida?	Texto complementar “Louis de Broglie: ondas de matéria”
08	No segundo parágrafo, há um trecho que discorre do aspecto contraditório da luz. Qual era esse aspecto e como os cientistas tinham certeza dele?	

Fonte: O autor (2019).

Esta coleção se destaca por colocar no início de cada capítulo analisado uma questão reflexiva que, se explorada adequadamente pelo professor, poderia contribuir na abordagem de questões relacionadas à Natureza da Ciência. Contudo, a formulação destas questões apresenta problemas: a primeira questão fornece informações históricas equivocadas em relação à descoberta dos constituintes da matéria (o nêutron só foi constatado em 1932), ao passo que a segunda questão, na forma como foi formulada, não contribui para um debate em que as relações CTS possam ser problematizadas de forma isenta.

Em relação às atividades que versam sobre o texto principal, a coleção CD02 propõe três questões em seus dois capítulos analisados. Destas, a atividade 05 é uma questão de vestibular em que a presença histórica no enunciado serve para embasar o estudante a reconhecer o surgimento da radioatividade como sendo o evento narrado. Embora apresente informações históricas pertinentes, a atividade não contribui para abordar aspectos relacionados à Natureza da Ciência. O valor pedagógico das outras duas atividades (03 e 04) também é questionável, pois se embasam, respectivamente, numa pseudo-história (produção de um resumo com os “principais eventos”) e na historiografia *Whig* (interpretação baseada na narrativa que atribui ao problema do corpo negro um destaque na História da Física), ao mesmo tempo que não exploram questões relacionadas à Natureza da Ciência.

A coleção CD02 propõe um texto complementar sobre Louis de Broglie. Conforme analisado anteriormente, esse texto é uma seleção de trechos de uma fonte histórica secundária. Para serem respondidas pelos estudantes, as questões formuladas mostram que provavelmente o texto complementar não potencializará a abordagem de aspectos relacionados à Natureza da Ciência. A atividade 06 aborda aspectos biográficos do cientista, ao passo que as atividades 07 e 08 exigem do estudante o reconhecimento das nomenclaturas adotadas para as hipóteses abordadas (efeito fotoelétrico e dualidade da luz).

Por sua vez, a coleção CD03 é a que mais apresentou atividades relacionadas ao texto principal. O QUADRO 13 contém as atividades relacionadas à História da Ciência identificadas no processo de análise.

QUADRO 13 – COLEÇÃO CD03: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

	Atividade	Referência
01	Frequentemente, o modelo de Rutherford é descrito como um ‘modelo planetário do átomo’. Dê a sua opinião a respeito, justificando seus argumentos.	Texto principal
02	O filósofo grego Demócrito, muitas vezes considerado o pai do atomismo, considerava que os átomos tinham diferentes formas geométricas e associava a essas formas as propriedades de cada elemento. Hoje, o modelo proposto por Demócrito foi superado. Analise se a contribuição de Demócrito foi relevante para a ciência e justifique seus argumentos.	
03	Trace uma linha do tempo indicando os experimentos e as proposições teóricas da Física moderna estudados neste capítulo.	
04	Considere a seguinte afirmativa: “A Física quântica e a Física clássica apresentam resultados totalmente incompatíveis”. a) Opine sobre essa frase, explicando por que você concorda ou discorda. b) Identifique o princípio que a frase viola. c) Reescreva a frase de acordo com o princípio citado.	

	Atividade	Referência
05	<p>Leia esta letra de música e responda às questões:</p> <p>Rosa de Hiroshima Pensem nas crianças Mudadas telepáticas Pensem nas meninas Cegas inexatas Pensem nas mulheres Rotas alteradas Pensem nas feridas Como rosas cálidas Mas, oh, não se esqueçam Da rosa da rosa Da rosa de Hiroshima A rosa hereditária A rosa radioativa Estúpida e inválida A rosa com cirrose A anti-rosa atômica Sem cor sem perfume Sem rosa, sem nada</p> <p>MORAES, V; CONRAD, G. Rosa de Hiroshima. Disponível em: <http://www.lettras.mus.br/vinicius-de-moraes/49279>. Acesso em: 6 abr. 2016.</p> <p>a) Explique o título da canção, relacionando-o a situações descritas ao longo do capítulo. b) Identifique os efeitos da radiação de que trata a letra e classifique-os como somáticos ou hereditários.</p>	Texto principal
06	Hoje a teoria quântica está bem estabelecida. Mas, quando ainda estava em construção, Albert Einstein não acreditava que ela pudesse estar correta. A esse respeito, ele disse: 'Deus não joga dados'. Explique a que aspecto da teoria quântica Einstein se referia.	
07	Quais foram as descobertas realizadas por Pierre e Marie Curie?	
08	As descobertas dos Curie foram realizações experimentais ou teóricas? Justifique.	
09	Identifique as outras descobertas que ganharam o prêmio Nobel nos anos 1901 e 1902.	
10	Levante hipóteses sobre os motivos que fizeram Marie Curie ser ignorada na indicação do Prêmio Nobel.	Texto complementar "O prêmio Nobel e Madame Curie"
11	Do seu ponto de vista, existe algum tipo de preconceito no meio científico na atualidade? Cite argumentos defendendo sua posição.	
12	Identifique como o texto descreve a Física determinista.	
13	Cite algumas características da Física moderna.	
14	Associe as características da Física moderna a outras formas de expressão do conhecimento, como a música, a pintura, etc.	Texto complementar "Contribuições do pensamento físico"

Fonte: O autor (2019).

As atividades propostas em relação ao texto central seguem o padrão da própria coleção, no sentido de explorar os aspectos conceituais da Física. Em relação às questões que contemplam a dimensão histórica, as atividades 05 e 06 se destacam. Ainda que poderia ser melhor explorada, a primeira apresenta uma fonte histórica (poema "Rosa de Hiroshima"), ao passo que a segunda tem potencial

pedagógico para discutir os limites da Física Quântica, se encaminhada corretamente pelo professor numa perspectiva investigativa.


Por sua vez, o valor pedagógico das atividades 01 a 03 é questionável, tendo em vista os problemas que carregam consigo. A atividade 01 incorre em erro ao naturalizar historicamente a analogia do sistema planetário com o modelo de Rutherford, dado que isso não se deu e pelo fato dessa analogia impedir uma compreensão mais clara acerca da própria proposição científica. Por sua vez, a atividade 02 ao incorrer numa visão *Whig*, diminui a importância da escola atomística grega, o que é agravado pelo fato de que a ciência moderna e as discussões filosófico-científicas da Antiguidade Clássica serem incomensuráveis. Por fim, a atividade 03 ao propor uma atividade de construção de linha do tempo, sequer permite abordar aspectos relacionados à Natureza da Ciência.

As questões propostas com os textos complementares quando não se limitam a obter informações presentes nos próprios textos, solicitam ao estudante a realização de levantamento de informações via pesquisa sobre aspectos históricos que provavelmente não contribuirão para a abordagem de conteúdos metacientíficos. A questão 11 se destaca como uma exceção nesse sentido, pois pode possibilitar um debate sobre questões ligadas à atividade científica a partir do caso Marie Curie.

Por fim, a análise do recorte temático na coleção CD04 evidenciou que as atividades que envolviam informação histórica estavam atreladas apenas ao texto principal. Não se observou atividades com reflexões ou menções à História da Ciência nas outras seções (textos complementares). O QUADRO 14 contém a lista de atividades destacadas da coleção:

QUADRO 14 – COLEÇÃO CD04: ATIVIDADES RELACIONADAS À HISTÓRIA DA CIÊNCIA

	Atividade	Referência
01	<p>(UEL) Leia os textos X e XI, observe a charge para responder às questões de EP11 e EP12:</p> <p>Texto X Em 1938, O. Hahn e F. Strassmann, ao detectarem bário numa amostra de urânio 238 bombardeada com nêutrons, descobriram a fissão nuclear induzida por nêutrons. A colisão de um nêutron com um núcleo de um isótopo, como o ^{235}U, com sua conseqüente absorção, inicia uma violenta vibração, e o núcleo é impelido a se dividir, fissionar. Com a fissão cada núcleo de ^{235}U produz dois ou mais nêutrons, propiciando uma reação em cadeia.</p> <p><small>(Adaptado de: OHANIAN, H. C. Modern physic. New York: Prentice Hall inc. 1995, 2 ed. p. 386.)</small></p>	Texto principal

	Atividade	Referência
01	<p>Texto XI</p> <p>A reação em cadeia explosiva do ^{235}U deu um banho de radiação mortífera no centro da cidade: Cerca de dez quilômetros quadrados de Hiroshima ficaram torrados. Noventa por cento dos prédios da cidade foram destruídos. Os médicos que ainda estavam vivos não tinham ideia do tipo de arma que havia sido empregada. Mesmo quando se anunciou que uma bomba atômica fora lançada, eles não tinham noção do mal que ela pode fazer ao corpo humano nem dos seus sintomas posteriores. Era uma revolução na ciência e na guerra.</p> <p>(Adaptado de: SMITH, P. D. Os homens do fim do mundo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008. p. 359-360.)</p> <p>GUERRA NUCLEAR NO VIETNÃ</p> <p>Washington (FP) - O Comando Aéreo Estratégico dos EUA ameaçou arrasar o Vietnã do Norte usando inclusive artefatos atômicos, caso Hanói recuse a paz.</p>  <p>HENFIL. Hiroshima meu humor. 4 ed. São Paulo: Geração, 2002, p. 19</p> <p>EP11. Considere as afirmativas a seguir:</p> <p>I. Um dos principais fatores que provocou a transformação na arquitetura do poder no mundo, pós 1945, foi a invenção e utilização da bomba atômica.</p> <p>II. A descoberta da fusão do isótopo ^{235}U tornou obsoleto e inútil o emprego das Forças Armadas convencionais nas guerras posteriores a 1945.</p> <p>III. A energia liberada a partir da fusão nuclear foi empregada como fonte de abastecimento das novas indústrias surgidas no pós II Guerra.</p> <p>IV. A fissão do isótopo de ^{235}U, a partir de uma reação em cadeia liberando uma energia sem precedentes na história, é uma narrativa, em termos da Física, do evento ocorrido em Hiroshima em agosto de 1945.</p> <p>Assinale a alternativa correta.</p> <p>a) Somente as afirmativas I e II são corretas.</p> <p>b) Somente as afirmativas I e IV são corretas.</p> <p>c) Somente as afirmativas III e IV são corretas.</p> <p>d) Somente as afirmativas I, II e III são corretas.</p> <p>e) Somente as afirmativas II, III e IV são corretas.</p>	<p>Texto principal</p>
02	<p>EP12. Segundo as unidades convencionais usadas na Física Nuclear, a energia liberada na bomba lançada sobre a cidade de Hiroshima foi de 15 kton. Sabendo que 1 kton corresponde a 10^{12} calorias e considerando que toda a energia liberada pela bomba seja usada para aquecer a água do Lago Igapó I de Londrina, cujo volume é, aproximadamente, 5×10^8 litros, e que a temperatura inicial é de $25\text{ }^\circ\text{C}$, a temperatura final da água do lago será de</p> <p>Dado: Calor específico da água: $1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$</p> <p>a) $30\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>b) $45\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>c) $55\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>d) $65\text{ }^\circ\text{C}$</p> <p>e) $95\text{ }^\circ\text{C}$</p>	
03	<p>Após a apresentação dos conceitos básicos da Física Moderna na Unidade 4, você já tem condições de, por conta própria, buscar informações e expandir seus conhecimentos sobre a física realizada nos últimos 120 anos. Como desafio inicial, realize uma pesquisa a respeito dos <i>buracos negros</i> – o que são, como se formam e o que provocam no espaço-tempo ao seu redor. Para enriquecer o resultado, procure incorporar representações de outras áreas do conhecimento – arte, literatura, cinema, etc.</p>	

Percebe-se na análise dessa coleção que são poucas as atividades relacionadas à História da Ciência. Duas delas são baseadas em fontes históricas secundárias, contudo por se tratarem de testes vestibulares, o potencial que essas fontes apresentam não é aproveitado em sua plenitude e a análise das questões mostra que a informação histórica não é necessariamente o objeto central a ser explorado.

Por sua vez, a atividade 03 é a última atividade proposta na coleção e sugere um levantamento dos principais temas desenvolvidos na Física nos últimos 120 anos. Embora essa atividade sugira uma pesquisa de cunho histórico, ela não possibilita que a História da Ciência desempenhe o seu papel pedagógico no ensino de Física. Por fim, convém frisar que esse tipo de atividade reflete a importância em geral dada para Física Moderna e Contemporânea nos materiais didáticos: se for de interesse dos estudantes e do professor, sugere-se uma pesquisa para “complementar” os conteúdos clássicos já abordados.

6.4.3 Entre presenças e ausências: a História da Ciência nas coleções analisadas

Na seção anterior foi realizada a análise das coleções didáticas mais distribuídas no âmbito do PNLD 2018, em que se tomou como referência a temática da Física do átomo. Nesse processo procurou-se identificar como elementos da historiografia da ciência são evocados para a apresentação dos tópicos escolares, seja na constituição dos textos principais, na inserção de fontes históricas e, também, nas atividades propostas aos estudantes. Quatro aspectos foram analisados: a presença de fontes históricas primárias, fontes históricas secundárias, narrativas próprias que vinculam informação histórica e, por fim, a presença de atividades específicas que abordam o conhecimento histórico.

O estudo da História da Ciência é essencial para uma compreensão epistemológica adequada de aspectos relacionados à Natureza da Ciência e da atividade científica. Com base no estudo do desenvolvimento do campo, é possível destacar a importância que o conceito de historicidade da ciência (Condé, 2017) assume nas discussões travadas ao longo das décadas, reconhecendo assim que ao mesmo tempo que a estruturação do conhecimento científico possui a sua lógica

interna, esse depende da atividade científica a qual é influenciada por fatores externos (sociais, políticos, econômicos, etc.).

O estudo dos principais elementos presentes na historiografia de Fleck e de Kuhn permite elencar alguns aspectos que caracterizam a complexidade de se olhar a ciência em sua dimensão histórica. Segundo Fleck, um fato científico não se desenvolve a partir de um marco específico, mas em função de um longo processo, em que coletivos de pensamento atuam baseados em estilos de pensamento no desenvolvimento de ideias, originadas a partir de protoideias. Numa perspectiva kuhniana, os períodos de ciência normal são alternados entre si em processos lentos, em função de crises e revoluções. Nesse sentido, os membros da comunidade científica manifestam adesão a um determinado paradigma.

A literatura educacional tem destacado que, enquanto provedora de recursos e estratégias, a História da Ciência apresenta grande potencial ao ensino, desde que utilizada corretamente. Para tal, é necessário que a produção historiográfica esteja baseada em tendências historiográficas atualizadas e que os elementos advindos do campo estejam harmonizados com uma tendência pedagógica apropriada. Se tomada como meta educacional a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, o papel que a História da Ciência desempenhará no ensino não está relacionado à difusão de eventos históricos, mas na construção de uma compreensão adequada em relação à Natureza da Ciência e da atividade científica, tal como defende Martins (2015).

A análise das coleções mais distribuídas no PNLD 2018 permite considerar que, ainda que se tenha notado a presença de elementos de História da Ciência nas coleções didáticas, em termos de seu potencial didático predominou um cenário de ausências, tanto nas dimensões internas da Natureza da Ciência e da atividade científica, quanto das suas implicações sociais e tecnológicas.

Em geral, observou-se que foram utilizadas fontes históricas primárias nas quatro obras, ao passo que o uso de fontes históricas secundárias se deu numa frequência menor. Os textos apresentavam menções históricas dos autores, ainda que muito limitadas a pseudo-histórias e narrativas do tipo *Whig*. Por fim, notou-se que a inserção de atividades que envolviam a informação histórica se deu de forma tímida e limitada.

No que se refere aos materiais utilizados, percebeu-se a limitação em relação à diversificação das fontes históricas. As fontes primárias se restringiram ao uso de

fotografias, não contemplando o potencial agregador que alguns textos primários escritos ao longo do século XX apresentam ao ensino. Por sua vez, o recurso às fontes secundárias nas coleções analisadas em sua maioria não levou em consideração trabalhos produzidos por historiadores da Ciência, inclusive em alguns casos representando obstáculos ao ensino em função das fragilidades apontadas.

É importante ressaltar que, por melhor que seja, a simples inserção de um recurso proveniente da História da Ciência não surtirá efeito pedagógico se não for acompanhada do devido encaminhamento didático-metodológico (BELTRAN et al, 2014). Tomando como base reflexões apresentadas no capítulo anterior sobre o papel desempenhado pela História da Ciência no ensino, reforça-se aqui que sua presença não pode ser vista como um elemento complementar, motivador, opcional, mas parte constituinte da própria essência da Física Escolar e, conseqüentemente, de seu ensino. Assim, a forma como se dá a sua inserção no livro didático evidencia o papel que tende a desempenhar no ensino.

Em relação às fontes históricas, a análise evidenciou que não foram integradas efetivamente ao texto principal das coleções e às atividades decorrentes. Em grande parte, não potencializam o desenvolvimento de um ensino voltado para a abordagem de conteúdos metacientíficos, essenciais para a promoção de uma educação cidadã. Notou-se inclusive que algumas atividades podem prestar um desserviço ao ensino, por reforçar visões deformadas sobre a ciência e a atividade científica, conforme apontado pela literatura científico-acadêmica discutida no capítulo anterior.

Há que se considerar que todas as coleções optaram por narrar historicamente os conceitos e tópicos analisados. Contudo, é possível afirmar que as coleções reproduziram deformações históricas propaladas em outros meios (livros universitários, livros de divulgação científica, etc.), marcadas sobretudo pela presença de mitos e por traços da historiografia *Whig*. A ausência de um cuidado em relação à informação histórica é perceptível nas referências de cada coleção: não há menção ao uso de fontes históricas primárias, essenciais para fundamentar determinadas atribuições históricas citadas nos textos; ao mesmo tempo que a ausência da utilização de produções historiográficas próprias do período ficou explicitada em determinados casos nos quais erros históricos foram detectados.

Encarados como “descobertas científicas”, os avanços da Física narrados nos textos históricos dos próprios autores exaltavam o mérito individual do cientista, em

alguns casos retratados numa perspectiva hagiográfica, em que suas virtudes e aptidões eram exaltadas, legitimando assim o conhecimento científico apresentado. Esses aspectos permearam, inclusive, atividades destinadas aos estudantes, como foi o caso da coleção CD02.

Com base nos elementos analisados, é possível considerar que, embora as coleções apresentem elementos de História da Ciência, esses não potencializam abordagens em que conteúdos escolares relativos à Natureza da Ciência e da atividade científica possam ser explorados. As informações históricas presentes nas obras cumprem com o papel de situar ideologicamente o conhecimento físico estudado e, nesse sentido, ao omitirem importantes elementos presentes no processo histórico que se desenvolveu na primeira metade do século XX, não possibilitam aos sujeitos escolares refletir sobre a construção coletiva do conhecimento científico, as implicações epistemológicas decorrentes das controvérsias científicas travadas ao longo do tempo, bem como das principais implicações sociais desdobradas.

A partir da análise das coleções notou-se a preocupação dos autores em situar os conteúdos numa perspectiva pautada, em alguns casos, por marcos temporais (surgimento da Física Moderna, surgimento da teoria quântica, evolução dos modelos atômicos, etc.). Reduzir a complexidade do desenvolvimento histórico da Física a uma perspectiva presentista impede que a História da Ciência possa contribuir com sua função pedagógica no ensino que vise a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, ao mesmo tempo que pode reforçar nos estudantes possíveis visões equivocadas em relação à ciência e a atividade científica.

Percebeu-se nas narrativas históricas apresentadas pelos autores e, em alguns casos, nas atividades propostas, o uso indevido de analogias para referir-se aos modelos atômicos estudados. Analogias tais como “pudim de passas” ou “modelo planetário” não encontram na História da Ciência o seu respaldo e obstaculizam a compreensão das características físicas, bem como as limitações de ordem epistemológica que poderiam ser exploradas numa perspectiva histórica, sobretudo quando considerado que esses conceitos são desenvolvidos geralmente ao final do Ensino Médio, quando o estudante já possui condições de uma maior compreensão dos modelos atômicos.

Em relação às atividades que envolvem aspectos históricos, foi observado que, em geral, elas não foram propostas para serem desenvolvidas numa perspectiva

investigativa, não contemplando assim o potencial que a História da Ciência representa, sendo que algumas reforçam inclusive visões deformadas em relação à ciência e à atividade científica. Parte das atividades está voltada para a obtenção de respostas de cunho cronológico, ao passo que outras inseriam a História da Ciência na descrição do enunciado da questão, cujo objetivo, contudo, ainda reside apenas na aplicação do conhecimento físico (resolução de exercícios). Algumas atividades demandavam pesquisas para a constituição de uma linha do tempo, contendo os principais eventos estudados. Uma parcela pequena versou algum tipo de aspecto que poderia ser explorado num debate, caso essa possibilidade fosse vislumbrada pelo professor. Observou-se que, tal como apontado pela literatura analisada no capítulo anterior, não houve registro de atividades que buscassem explorar aspectos relacionados à Natureza da Ciência.

Por fim, é importante destacar que as quatro coleções optaram em abordar os conteúdos analisados numa perspectiva puramente cronológica, ainda que em dois blocos distintos - Física Quântica e Física Nuclear - que originaram capítulos próprios, à exceção da coleção CD03. A respeito, o trabalho de Solbes e Sinarcas (2009) aponta que um estudo da História da Física fornece elementos para sustentar que essa não seria uma opção viável para organizar o trabalho pedagógico com estudantes do ensino básico.

A partir do estudo histórico sobre a origem da Física Quântica, os autores mostram que no âmbito da Didática não é conveniente iniciar os estudos com a teoria de Planck, uma vez que apresenta grande dificuldade para estudantes secundários, tendo em vista que exige conhecimentos de Eletromagnetismo e de Física Estatística e, também, pelo fato de Max Planck não ter concebido a expressão “ $h\nu$ ” como um *quantum* de radiação eletromagnética. Argumentam os autores em relação ao uso da História da Ciência no ensino de Física Quântica:

Atribuimos grande importância ao desenvolvimento histórico da ciência, não tanto por "contar" a história do tema tratado, como por extrair problemas significativos dessa história e colocar o estudante em posição de abordá-los e resolvê-los [...]. Por isso, propomos iniciar o estudo dos fenômenos quânticos com dois dos problemas que originaram a crise da física clássica: o efeito fotoelétrico e a existência de espectros atômicos (SOLBES; SINARCAS, 2009, p. 147, tradução nossa).

Na visão dos autores, a inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio deve se dar no sentido de se explorar as limitações da Física Clássica. Nesse

caso, sugerem mostrar como o efeito fotoelétrico não pode ser explicado a partir do Eletromagnetismo Clássico, evidenciando que se fazem necessárias novas hipóteses sobre a natureza da luz para a sua explicação. Solbes e Sinarcas destacam a importância de se introduzir a ideia de **dualidade** logo no início dos estudos para evitar compreensões reducionistas de que o fóton seria apenas uma entidade corpuscular.

Segundo Solbes e Sinarcas (2009), a principal dificuldade que os alunos apresentam na aprendizagem de Física Quântica é ontológica: em geral os estudantes não conseguem compreender que elétrons e fótons não são nem partículas nem ondas clássicas apenas, mas objetos novos dotados de um comportamento quântico. Por outro lado, apontam os autores que os estudantes também manifestam dificuldade epistemológica, sobretudo em torno das implicações do princípio da Incerteza.

Nesse sentido, com base em Solbes e Sinarcas (2009) a História da Ciência deve ser uma provedora de elementos para embasar a abordagem desses tópicos. O ensino de tópicos de Física Moderna somente terá significado na formação dos estudantes se estiver acompanhado de atividades constituídas em coerência com um modelo de ensino-aprendizagem investigativo, capaz de produzir mudanças conceituais, procedimentais e atitudinais nos estudantes.

Contudo, a presença de tais aspectos não foi observada nas coleções mais distribuídas no PNLD 2018. O ordenamento dos conteúdos, as atividades propostas e a presença dos elementos históricos identificados colocam sérios desafios para o aprendizado dos tópicos de Física Quântica. Por sua vez, em relação à Física Nuclear constatou-se que, ainda que algumas coleções fazem discussões que envolvem relações CTS, as coleções poderiam ter avançado mais nesses aspectos, em função de uma maior inserção de fontes históricas e atividades relacionadas que permitissem ao estudante compreender os impactos sociais decorrentes do uso da energia nuclear, sobretudo no período que se sucedeu após o término da Segunda Guerra Mundial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho foram abordados conceitos e relações que se inter cruzam e se manifestam no livro didático de Física. Com isso, buscou-se analisar esse artefato cultural a partir de um pano-de-fundo teórico, sobretudo respaldado pela História das Disciplinas Escolares, com vistas a compreender possíveis tensões entre a tradição estabelecida e a resignificação necessária da Física Escolar no contexto brasileiro.

Inicialmente discutiu-se em que medida o conceito de código disciplinar representa uma importante categoria para a compreensão dos elementos que constituem uma dada disciplina escolar enquanto tradição inventada. Com base nos trabalhos de Cuesta (1997, 1998) para a disciplina escolar de História, foi possível compreender a existência de elementos visíveis e invisíveis do código, bem como a sua dinamicidade histórica pautada pelas tensões entre normatização e prática escolar.

Na sequência, com base nesses conceitos foram discutidos aspectos centrais em torno do livro didático tomando como referência princípios da Manualística. A presença desse artefato cultural nas salas de aula tem se mostrado inalterável frente às mudanças que a escola tem experimentado ao longo das décadas, materializando sobretudo os elementos visíveis do código disciplinar. Sua forte presença no contexto escolar brasileiro justifica o PNLD enquanto política pública nacional de distribuição trienal de livros aos estudantes das escolas públicas.

Com base nesses pressupostos, procurou-se reconstituir a trajetória da Física Escolar no contexto brasileiro, cujos primórdios se desenvolveram na França do século XVIII. A análise de documentos normativos, da produção historiográfica da educação brasileira e de trabalhos relacionados ao ensino de Física permitiu compreender uma série de elementos presentes enquanto tradição escolar da disciplina de Física e que foram incorporados ao *habitus* dos professores, muitas vezes profissionais das mais diversas áreas, não possuindo formação adequada para lecionar a disciplina.

Inserida de forma tardia no contexto brasileiro, a Física se fez presente nos currículos escolares brasileiros estando voltada para a preparação aos exames admissionais e, posteriormente, para o concurso vestibular. Ainda no século XIX,

observou-se a baixa procura dos estudantes pelas aulas de Física, em função da pouca exigência de cadeiras relacionadas à disciplina para a admissão ao ensino superior, bem como pelo fato de que suas aulas não despertavam o interesse nos estudantes.

Em função das reformas educacionais promovidas a partir de 1930, a presença da Física passou a ser obrigatória como disciplina nos currículos escolares do ensino secundário e sua presença continuou voltada para fins práticos. Geralmente presente nas séries finais da escolarização secundária, ainda que com variação em termos de carga-horária (Reforma Capanema), a Física Escolar constituiu com as demais disciplinas propostas curriculares voltadas para a escolarização das elites que, em geral, almejavam prosseguir com os estudos universitários. Nesse sentido, inserida num modelo de educação tradicional-elitista, a Física consolidou-se no contexto brasileiro à medida em que os seus métodos de ensino buscavam inserir os estudantes na doutrina dos conhecimentos físicos e se destinava à um grupo restrito que detinha condições objetivas para poder estudar.

Com a expansão da atividade industrial brasileira e a conseqüente necessidade de abertura ao capital estrangeiro, a demanda por maior escolarização para a população em geral suscitou reformas no âmbito educacional. Com a primeira LDB (1961), a disciplina de Física deixou de ser obrigatória, cabendo ao CFE e aos CEE estabelecer os parâmetros educacionais, bem como normatizar os currículos. Em relação ao papel do CFE, percebeu-se que, no âmbito do ciclo colegial, a Física perdeu espaço significativo, quando comparada com a Reforma Capanema.

Como parte do processo de abertura do Brasil ao capital estrangeiro, a partir da segunda metade da década de 1960 os governos militares firmaram uma série de acordos com a USAID, dos quais grandes reformas educacionais foram implementadas: a reforma Universitária (1968), a reforma do Concurso Vestibular (1971) e a Reforma do Ensino Secundário (1971).

Em suas atribuições, o CFE e os CEE normatizaram as propostas curriculares. Mediante análise das proposições em nível nacional foi possível compreender que a disciplina de Física não detinha espaço nas propostas indicadas pelo CFE, estando seus conteúdos diluídos numa disciplina genérica intitulada “Ciências Físicas e Biológicas”. No âmbito das políticas educacionais da década de 1970, isso é compreensível na medida em que a disciplina de Física, ainda que tenha experimentado algumas propostas de mudanças, sobretudo advindas de movimentos

de ressignificação do ensino de Ciências, em geral não se desvinculou de sua finalidade pragmática, acirrada em função das mudanças impostas ao concurso vestibular. Assim, os conhecimentos escolares de Física, embora empobrecidos epistemologicamente, se mostravam poderosos à medida que o seu domínio representava um ferramental essencial para lograr êxito nos concursos vestibulares.

A Lei nº 5.692/1971 e os documentos normativos que decorreram a partir dela na prática configuraram dois tipos de escolarização: a **pública**, de cunho profissionalizante, limitada em função dos investimentos realizados e a **privada**, através da qual, por meio de contornos às determinações legais, continuou a ofertar um ensino de cunho propedêutico, voltado para a preparação ao vestibular. Nesse sentido, a Física Escolar continuou a ser ofertada majoritariamente na rede particular e em menor quantidade na rede pública, sobretudo em função da ação dos CEE. O cenário mudaria apenas na década de 1980, com o fim da obrigatoriedade da terminalidade profissionalizante do 2º Grau e da inclusão da Física como disciplina da base nacional comum pelo CFE em 1986.

À luz desse contexto, apontou-se as principais características presentes no código disciplinar hegemônico da Física constituído no Brasil: propedêutico-instrumental, dogmática e elitista. Voltado para a preparação ao vestibular, o seu ensino passou a enfatizar técnicas e macetes para a realização de testes, às custas de sua especificidade epistemológica enquanto ciência de referência. Pautados numa perspectiva puramente expositiva, os encaminhamentos didáticos-metodológicos visavam iniciar os estudantes em sua doutrina inquestionável, quase sempre desprovida de sua dimensão experimental e fortemente baseada em exercícios de repetição e aplicação de fórmulas. Com isso, ao se distanciar da ciência de referência, o seu ensino não era capaz de despertar a sensibilidade estética, destinando-se em grande parte apenas aos interesses imediatos, geralmente voltados aos vestibulares.

Entretanto, as mudanças promovidas a partir da Constituição de 1988, na qual a educação passou a ser vista com um direito subjetivo de todo cidadão, suscitaram reflexões em torno das finalidades da escolarização básica. Com a sanção da Lei nº 9.394/1996 e a expansão da oferta e da obrigatoriedade do Ensino Médio, tornou-se necessário realizar uma reorientação curricular, com vistas a promover uma formação – cidadã - que possibilitasse ao estudante prosseguir os estudos em nível superior ou permitir a sua inserção digna no mundo do trabalho.

A tentativa de implementação de um projeto educacional neoliberal na década de 1990 se expressou nos documentos normativos que foram publicados no âmbito da Lei nº 9.394/1996. A busca por uma escolarização centrada em competências encontrou na primeira versão das DCNEM um espaço apropriado. Ao revogar a Resolução nº 06/1986 (CFE), dentre outras providências, esse documento retirou a obrigatoriedade da oferta da disciplina de Física e de sua própria especificidade. Contudo, é no interior dos PCN e das PCN+ que se encontra expressa a defesa da permanência da identidade disciplinar da Física, interpretada como uma resistência nesse sentido.

Para tal, os documentos curriculares produzidos no âmbito da atual LDB procuraram articular elementos presentes na pesquisa acadêmica sobre Ensino de Física no intuito de se promover uma ressignificação de seu ensino com vistas a atender às demandas formativas da crescente massa populacional que passou a ter acesso gradativo ao Ensino Médio. Esses documentos destacam a importância de se oportunizar um ensino contextualizado, pautado pela interdisciplinaridade em que o estudante possa compreender em seu cotidiano os fundamentos da disciplina escolar, não numa perspectiva utilitarista, mas de modo que os tópicos escolares de Física fizessem sentido ao longo de sua vida. Nesse sentido, ganharam espaço nas propostas curriculares os assuntos relativos à Física Moderna e Contemporânea.

Pensar o ensino de Física numa perspectiva de formação cidadã exige o reordenamento das práticas institucionalizadas. Ao tomar como meta a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, foi possível perceber que um currículo de Física estruturado com base apenas em conteúdos escolares advindos de tópicos científicos não seria suficiente para desenvolver uma escolarização orientada nesse sentido. Assim, se fez necessário introduzir a abordagem de conteúdos metacientíficos, que contemplassem a Natureza da Ciência e da atividade científica, preferencialmente baseada numa orientação construtivista.

A literatura acadêmica tem mostrado que a História da Ciência representa uma grande provedora de recursos para a promoção de um ensino com essas características. Com base nisso, julgou-se importante realizar um estudo de suas especificidades epistemológicas enquanto campo de pesquisa, no intuito de mostrar que o seu objeto de estudo – a ciência em sua dimensão histórica – é complexo e exige cuidados de ordem epistemológica e metodológica. A partir do estudo sobre a gênese e o desenvolvimento do campo, tomou-se como referência as contribuições

de Fleck e Kuhn, no sentido de mostrar as limitações da querela externalismo *versus* internalismo com base na proposta defendida por Condé (2017), em que a historicidade da ciência é vista como conceito unificador. Nesse sentido, a perspectiva apontada por ambos evidencia a estrutura interna do conhecimento científico, mutável em função do sistema de crenças que o sustenta, sobretudo a partir dos saltos e rupturas, ao mesmo tempo que destaca o caráter coletivo e social da atividade científica, responsável pela sua produção. Fleck e Kuhn fornecem elementos para que seja possível analisar algumas implicações didáticas decorrentes da presença da História da Ciência no ensino.

A compreensão do papel desempenhado pela História da Ciência no ensino se deu no âmbito da Didática. Assim, procurou-se situar tais discussões nessa esfera, com vistas a articular os processos-chaves que se desenvolvem em seu interior, em que a inserção da História da Ciência no ensino pode favorecer abordagens didáticas de cunho histórico-filosófico ou que possa valorizar as relações CTS. Em ambos os casos, se faz necessário incorporar os elementos de História da Ciência de forma efetiva no ensino, de modo que seja possível propiciar aos estudantes a oportunidade de desenvolver atividades investigativas relacionadas ao fazer-ciência. Desse modo, o ensino de Física pode possibilitar uma alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social.

Contudo, a inserção da História da Ciência no ensino de Física tem enfrentado uma série de obstáculos. Nesse sentido, Höttecke e Silva (2011) sintetizam as principais dificuldades enfrentadas, destacando a tradição escolar em torno do ensino da disciplina, tanto em termos normativos quanto no que se refere às práticas docentes consolidadas, bem como à ausência de conteúdos adequados sobre História e Filosofia da Ciência no livro didático. Com base na discussão feita por Cuesta (1997, 1998, 2003), é possível considerar que o código disciplinar hegemônico da Física, pautado sobretudo pela presença de elementos invisíveis, seria o principal obstáculo para uma inserção efetiva da História da Ciência.

A presença de elementos históricos da ciência no ensino é uma tradição de longa data, estando sempre moldada em função das perspectivas historiográficas vigentes e das tendências pedagógicas em voga. Nesse sentido, a seleção e o uso de elementos históricos contribuiu para o cumprimento de finalidades no âmbito do currículo. Tal como se defende neste trabalho, é uma tendência discutida nas últimas

décadas, sobretudo como forma de responder à crise generalizada enfrentada pelo ensino de Ciências cujo ápice se deu na década de 1980.

Considerando a tradição estabelecida em torno do ensino de Física, é possível considerar que por muito tempo tal ensino buscou cumprir com duas finalidades: a formação de novos quadros de cientistas e a preparação dos estudantes para os exames admissionais ou o concurso vestibular. Na primeira situação, a História da Ciência não desempenha papel essencial, pois caberia à educação científica apresentar os elementos duramente conquistados pela comunidade científica até o presente momento, habilitando assim os futuros cientistas a se tornarem solucionadores de quebra-cabeças (KUHN, 1979). Nesse sentido, caberia à educação científica fornecer as “regras do jogo”, para iniciação dos futuros cientistas.

Por sua vez, no ensino secundário e depois no Ensino Médio prevaleceu ao longo do século XX a tônica de preparação para os exames de seleção ao ensino superior. Nesse sentido, com o fortalecimento do concurso vestibular e a proliferação dos cursos preparatórios para a realização dessas provas, os materiais didáticos produzidos apresentavam inserções supostamente históricas acrescidas aos conteúdos, com vistas a torná-los atraentes, motivadores para os estudantes. O resultado disso foi o reforço de visões estereotipadas em relação à Física.

Em sua análise, Kuhn (1979) destacou o papel que os manuais desempenham na educação científica. Numa perspectiva de formação de novos cientistas, seu papel se justifica como forma de fornecer aos novatos os elementos indispensáveis do código doutrinário característico de um dado paradigma, com vista a torná-los aptos na resolução de problemas em seu interior. Nesse sentido, o conhecimento histórico não desempenharia papel pedagógico a não ser ilustrativo, desde que não representasse riscos à adesão ao paradigma, pois poderia enfraquecer as convicções. Segundo Kuhn,

Igualmente o estudante de ciência não é encorajado a ler os clássicos da história do seu campo – obras onde poderia encontrar outras maneiras de olhar as questões discutidas nos textos, mas onde também poderia encontrar problemas, conceitos e soluções padronizados que a sua futura profissão há muito pôs de lado e substituiu (KUHN, 1979, p. 57).

Especificamente, em relação à Física Escolar, a tradição dos *traités* e *cours* advinda da França iluminista estabeleceu os parâmetros do conhecimento físico a ser ensinado: estruturado em axiomas, desprovido da dimensão experimental, voltado

para a aplicação em exercícios de repetição, descontextualizado, etc. Nesse sentido, supostas informações históricas eram vinculadas no intuito de ilustrar o conhecimento estudado e exaltar o mérito de personagens centrais da trama enredada, com isso reforçando o caráter de superioridade do conhecimento científico. Em grande medida, essas informações eram pautadas por mitos e lendas propagados.

Em relação ao ensino secundário brasileiro, os livros didáticos de Física seguiram o padrão dos *cours*, materializando assim uma tradição que pouco mudou ao longo do tempo. O foco pragmático de seu ensino possibilitava a inserção de elementos da História da Ciência apenas numa dimensão complementar, ilustrativa, motivadora, desde que não representasse uma ruptura ao *modus operandi* do processo de ensino-aprendizagem estabelecido até então: expositivo e centrado na aplicação de fórmulas com vistas à resolução de testes. Por isso, a literatura educacional tem alertado para o fato de que esse artefato cultural representou historicamente um obstáculo para a inserção efetiva da História da Ciência ao ensino. Pode-se considerar aqui que, enquanto artefato essencial para o ensino de Física num sentido disciplinador das práticas pedagógicas, o livro didático se tornou uma espécie de guardião dos valores fundamentais que caracterizam o código disciplinar hegemônico da Física.

Contudo, numa perspectiva de educação vista como direito subjetivo de cada cidadão, é condição *sine qua non* reorientar as finalidades disciplinares no intuito de promover uma escolarização que não marginalize segmentos sociais em processo de integração ao sistema educacional. Desse modo, a presença da disciplina de Física no currículo escolar se justifica mais em termos de uma formação que vise a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social do que exclusivamente em função dos exames vestibulares, tendo em vista que a maior parcela da população irá encontrar na escola básica a única oportunidade de acesso aos conhecimentos sistematizados provenientes do campo de referência.

Assim, diferentemente do papel atribuído na educação voltada para a formação de novos cientistas ou de viés propedêutica, a História da Ciência encontra na educação para a cidadania um espaço privilegiado, pois pode prover elementos essenciais na forma de conteúdos escolares, bem como pode subsidiar a prática docente. Para tal, é necessário introduzir em sala de aula elementos que historicamente foram marginalizados: as controvérsias científicas, o caráter provisório do conhecimento científico, as implicações sociais do uso da ciência, entre outros.

Inserir elementos da História da Ciência no ensino de Física visando à formação cidadã implica, antes de tudo, reconhecer que os conteúdos escolares de Física não serão substituídos pela sua história, mas de que esses serão contextualizados em seus aspectos históricos, epistemológicos e sociais, no intuito de mostrar que a Física como ciência é parte constituinte da cultura humana, tal como apontou Zanetic (1989). Nesse sentido, tal inserção deve ser feita de forma consciente, pois como apontou Peduzzi (2001, p. 155), “a opção pelo uso da História da Ciência, no ensino, sem uma devida fundamentação teórica é acéfala e vulnerável à crítica”.

Compreende-se neste trabalho que, em relação à Física Escolar, elementos históricos são necessários enquanto conteúdos, com vistas a contribuir para a promoção de sua ressignificação. Entende-se que não cabe ao professor a função de produzir o conteúdo histórico, ao passo que autores e editores de livros didáticos devem zelar pela qualidade do material vinculado, buscando na historiografia os substratos adequados para a inserção no ensino. Fontes históricas primárias e secundárias tendem a potencializar o desenvolvimento de aptidões nos estudantes, desde que estejam integradas e acompanhadas de seus respectivos encaminhamentos didático-metodológicos.

Em certa medida, as políticas públicas educacionais desenvolvidas ao longo da década de 2000 visaram ampliar o acesso ao Ensino Médio, bem como atribuir ao poder público a obrigatoriedade de sua oferta, fato que se deu com a Emenda Constitucional nº 59/2009. Em paralelo a isso, foram desenvolvidos programas e ações que visaram ampliar a oferta de vagas ao ensino superior, em que o ENEM assumiu uma função similar a dos concursos vestibulares. Nesse sentido, aos poucos o ENEM passou a ser o foco na preparação dos estudantes para pleitear bolsas de estudo via ProUni ou concorrer a vagas numa IES pública como no SISU. Na prática, a necessária ressignificação da Física passou a esbarrar em um obstáculo: a cultura de acesso ao ensino superior centrada no ENEM.

Com o gradual aumento da oferta do Ensino Médio e com o estabelecimento de sua obrigatoriedade, em termos de políticas públicas de distribuição de livros didáticos iniciaram-se os movimentos que culminaram nas edições do PNLEM e, posteriormente, na incorporação desse Programa ao PNLD. O Ensino Médio passou a ser contemplado com a distribuição de livros didáticos a cada três anos a partir de

2012, sendo que ao longo das três edições foram disponibilizados para escolha dez, catorze e doze coleções, respectivamente para o componente curricular Física.

No âmbito do PNLD, o processo de constituição dos livros didáticos de Física esteve pautado nas exigências impostas pelos editais de convocação. No que se refere à Física, notou-se na análise desses documentos a preocupação em proceder com a atualização curricular, incluindo tópicos referentes à Física do macrocosmo (estrelas, galáxias, etc.), bem como assuntos relacionados ao microcosmo físico (estrutura atômica). Ao reconhecer a Física como uma atividade social e cultural desenvolvida em contextos sociais, os editais têm destacado o caráter provisório do conhecimento físico e a dimensão da historicidade presente. Desse modo, faz-se necessário desenvolver nos estudantes uma compreensão global da Física. Segundo o edital PNLD,

Como decorrência, é fundamental que, no âmbito escolar, a Física, como uma das Ciências da Natureza, seja apresentada de forma a se possibilitar uma compreensão global dessa ciência. Assim, deve-se valorizar não a sua estrutura conceitual, os conhecimentos físicos propriamente ditos, mas também os principais aspectos de sua história e das suas formas particulares de se constituir. Isso significa abrir espaços para discussões em que elementos da História e da Epistemologia da Física estejam presentes (BRASIL, 2015b, p. 54).

Os editais do PNLD ressaltaram a importância de se promover um ensino de Física que atenda às demandas formativas dos estudantes, não relacionando-o em nenhum momento com uma possível finalidade pragmática, como o vestibular ou o ENEM. Para tal, se fez necessário priorizar elementos do campo conceitual, potenciais em termos explicativos, bem como que possuam relevância social aos estudantes. Nesse sentido, os editais alertam também para a necessária presença de Física Moderna e Contemporânea.

Desse modo, é possível considerar que, no que se refere à argumentação contida nos editais para o PNLD do Ensino Médio, a Física deve ser vista como um “instrumento efetivo para uma compreensão aprofundada e crítica do mundo, bem como uma vivência ativa, produtiva, saudável e solidária nesse mesmo mundo” (BRASIL, 2015b, p. 55). Com isso, os editais expressam o entendimento de que a Física Escolar, ainda que mantenha uma relação com o campo de referência, precisa deixar de ser um fim em si mesmo, de modo a se tornar um saber socialmente relevante na formação dos estudantes da Educação Básica.

Ainda que os editais do PNLD em sua apresentação apontem elementos que evoquem a necessária ressignificação da Física, estando inclusive em sintonia com documentos curriculares que sinalizam nesse sentido, o processo que se desenvolve em cada edição do Programa acaba por produzir um conjunto de coleções aprovadas que, em certa medida, encontra-se vinculada à tradição estabelecida enquanto disciplina escolar. No que se refere à presença de História da Ciência, foi mostrado neste trabalho que os critérios eliminatórios contidos no próprio edital não explicitam de forma clara como isso se deva dar, inclusive abrindo brechas para a presença de elementos que por si só não tendem a contribuir ao ensino.

No que se refere à presença de indicadores relativos à História da Ciência nas fichas de avaliação constituídas, o estudo do processo de operacionalização da etapa de avaliação pedagógica das coleções didáticas de Física mostrou que houve poucas mudanças registradas ao longo das edições e que a estrutura dos indicadores não avançou na explicitação dos critérios eliminatórios dos quais foram originados, provavelmente pelo fato desses processos terem sido coordenados pela mesma IES, a UFSCAR. Ainda que se reconheça a impossibilidade de se constituir um processo avaliativo puramente objetivo, entende-se que para avaliar a presença de algum componente específico nas coleções, como por exemplo a História da Ciência, se faz necessária a constituição de um instrumento com o maior grau de objetividade possível, em que a tomada de decisão do avaliador dependa mais de fatos materializados na coleção didática, do que em função de juízos de valor pautados em sua subjetividade.

A estruturação dos indicadores das fichas de avaliação relacionados à História da Ciência, entretanto, mostrou que a sua aplicação depende em grande parte da formação acadêmica do avaliador. Nesse sentido, a análise dos currículos Lattes mostrou, dentre vários aspectos, o predomínio de profissionais que não têm registrado o desenvolvimento de estudos e trabalhos referentes à presença de elementos da História da Ciência no ensino de Física. Com base nesse dado empírico, é possível considerar que parte das coleções didáticas aprovadas pode ter logrado êxito no processo de avaliação pedagógica, ainda que não tenha contemplado de forma adequada a exigência quanto à presença de História da Ciência, cujos pressupostos foram discutidos no capítulo 5.

Com vistas a compreender de que forma a História da Ciência foi contemplada nas coleções aprovadas na última edição, foi realizada análise das quatro coleções

mais distribuídas no PNLD 2018, especificamente num recorte temático relacionado à Física Moderna e Contemporânea, cujo potencial para abordagem a partir da História da Ciência é imenso. Dessa análise constatou-se que, em geral, as fontes históricas inseridas se limitaram a imagens, não havendo registro do uso de fontes primárias textuais.

Em geral, as coleções apresentaram informações históricas para explicitar as temáticas analisadas, incorrendo no uso de mitos, pseudo-histórias e da história *Whig*, desconsiderando os principais elementos que poderiam ser explorados numa perspectiva que valorizasse a Natureza da Ciência, tal como o papel das controvérsias científicas, as relações da ciência com outras formas culturais e de apreensão do real, bem como os principais obstáculos e rupturas que caracterizaram o desenvolvimento do conhecimento físico. Registrou-se, também, a ausência de atividades investigativas propostas para serem realizadas pelos estudantes.

Com isso, com base na análise dos livros é possível concluir que a História da Ciência tem desempenhado um papel secundário. Presente nos livros mais escolhidos pelos professores na última edição do PNLD, esse aspecto reflete em certa medida tensões entre a tradição escolar estabelecida historicamente e a ressignificação que a disciplina precisa passar, com vistas a continuar compatível com as demandas curriculares apresentadas à escola. Para promover uma educação científica cuja meta seja a alfabetização científica na perspectiva do letramento como prática social, elementos provenientes da História da Ciência devem estar incorporados à centralidade do ensino de Física e não constituir em aspectos adicionais e ilustrativos.

A própria organização das coleções aprovadas no último PNLD evidenciou que, em sua maioria, é pautada em função de uma lógica que privilegia conteúdos de Física Clássica, destinando aos tópicos de Física Moderna e Contemporânea um espaço exíguo ao final do terceiro volume. Isso evidencia que as proposições dos documentos curriculares que tratam sobre a ressignificação da Física, sobretudo presentes nos PCN+, foram ignoradas no processo de elaboração das coleções.

Possíveis causas podem ser apontadas nesse sentido: o peso que a tradição escolar exerce, a falta de professores formados para lecionar Física, o modelo formativo de professores, as consequências das políticas públicas de acesso ao ensino superior em que o ENEM passou a ter um peso expressivo, etc. O fato é que enquanto artefato cultural, o livro didático do PNLD fornece uma série de elementos

que permitem compreender a dinâmica do código disciplinar, justamente por carregar consigo parte dos elementos visíveis.

Contudo, no caso do PNLD – política pública de dimensão nacional e de impacto econômico editorial – evidenciou-se que, para o componente curricular Física, o livro didático carrega consigo as tensões entre o discurso normativo, materializado nos documentos curriculares e na apresentação da disciplina no próprio edital, e os anseios da maior parcela dos professores em atividade, sujeitos protagonistas de suas práticas, que refletem os elementos invisíveis do código disciplinar, tal como apontou Cuesta (1997, 1998, 2003). O fato das coleções escolhidas para a análise representarem, em seu conjunto, mais de 50% do total de livros distribuídos e que, além de ser um artefato cultural, o livro didático consiste numa mercadoria cujo consumo se dá por meio de concorrência acirrada entre os grupos editoriais mostra que, em relação à presença de História da Ciência, o PNLD não representou a concretização dos principais aspectos apontados nos documentos curriculares recentes.

No que tange ao ensino de Física, é importante destacar que a tradição expressa em seu código disciplinar hegemônico representa um forte obstáculo para o desenvolvimento de uma educação científica voltada para a formação cidadã. Não se defende aqui a negação da importância e da presença do conhecimento científico, mas do conjunto de pressupostos que se constituíram em torno da abordagem dos conteúdos escolares de Física que vão desde o ordenamento dos tópicos, passando pelos encaminhamentos didático-metodológicos até as atividades avaliativas.

Defende-se, assim, com base nos elementos analisados, a tese de que **estruturalmente o processo seletivo do PNLD não tem sido capaz de aprovar apenas coleções didáticas que correspondam aos anseios de uma necessária resignificação curricular da Física.** A operacionalização do processo avaliativo na etapa de avaliação pedagógica, seja na própria proposição dos critérios eliminatórios pelo MEC, na constituição dos indicadores de avaliação pela IES responsável por coordenar a etapa, na composição das equipes técnicas responsáveis pela avaliação, bem como a utilização do instrumento não tem sido capaz de barrar, no que se refere à presença da História da Ciência, coleções que não atendam aos pressupostos defendidos, tanto nos documentos curriculares norteadores, quanto nos editais de convocação e que refletem aspectos defendidos pela literatura acadêmica.

Como consequência disso, o PNLD para o componente curricular Física tem reforçado um modelo tradicional de livro didático que é complementado com toques de ressignificação curricular em função das exigências, contudo cuja finalidade ainda está orientada para uma perspectiva propedêutica. Nesse sentido, o próprio Guia do PNLD 2018 - Física reconhece que, apesar de haver uma diversidade de coleções aprovadas, se faz necessário avançar em vários pontos ainda, com vistas a convergir aos anseios apontados para o ensino de Física (BRASIL, 2017a). Especificamente, este estudo detectou que a forma como a História da Ciência foi identificada na análise (presença complementar, motivadora, restrita à dados biográficos) em muito pouco possibilita a abordagem de tópicos relativos à Natureza da Ciência e da atividade científica.

Em relação à Física, se faz necessário aperfeiçoar o processo de seleção pedagógica do PNLD. Uma ampliação dos critérios eliminatórios com a correção dos problemas pontuais apontados nesta pesquisa constitui um passo fundamental. A constituição do instrumento de avaliação deve também ser expandida, de forma a contemplar os elementos essenciais para a aprovação apenas de coleções que expressem os elementos centrais para a promoção de uma Física Escolar ressignificada. Por fim, a constituição da equipe de avaliadores deve estar centrada num perfil técnico composto apenas por profissionais licenciados e com pós-graduação *stricto sensu* relacionada à Educação. Certamente num primeiro momento haveria uma menor taxa de aprovação, contudo acompanhada de uma melhoria em termos qualitativos.

Ainda que fossem aprovados apenas livros ideais, voltados para as necessárias modificações que o ensino de Física precisa passar, é de se reconhecer que isso por si só não seria suficiente para resolver a complexa teia de relações que circunscreve a oferta de Física no Ensino Médio. Para tal, se faz necessário investir não só na formação inicial e continuada de professores, com vistas a proporcionar aos docentes conhecimentos teóricos e práticos para exercer sua função numa perspectiva de escolarização de massas voltadas para a formação cidadã como também na estrutura das escolas, equipando-as de forma compatível com esses objetivos. Por outro lado, se faz também necessário reduzir a um denominador comum a dualidade histórica que tem marcado o Ensino Médio no contexto brasileiro, cindida entre uma educação tecnicista de massas, voltada para os que vão se inserir imediata e precocemente no mundo do trabalho e uma educação propedêutica, em que a

inserção no mundo do trabalho ocorrerá depois de completados estudos em nível superior. Nesse sentido, a educação para a cidadania poderia passar do papel à sua dimensão prática como forma de transcender essa cisão.

Por fim, o estudo do desenvolvimento e consolidação do código disciplinar da Física no contexto brasileiro mostrou que, enquanto tradição inventada, serviu por muito tempo para atender aos anseios das classes dominantes para ascender ao ensino superior. Com a ampliação da escolarização para a população em geral, motivada sobretudo por necessidades de ordem econômica, a Física perdeu status de disciplina obrigatória.

Ao final da década de 2000, com a oferta obrigatória do Ensino Médio e com a segunda versão das DCNEM, a Física passou a ser reconhecida como um componente curricular da Base Nacional Comum. Contudo, a ampliação da oferta do Ensino Médio foi acompanhada de problemas estruturais e operacionais, motivados em parte pela reprodução de práticas escolares usuais num contexto de educação elitista e propedêutica, fazendo com que a expansão da oferta do Ensino Médio tenha sido acompanhada de altos índices de reprovação e evasão.

Ao longo da atual década (anos 2010), propostas legislativas foram encaminhadas no intuito de se promover alterações nessa etapa de ensino. No contexto do Governo Dilma Rousseff (2011-2016), foi protocolada na Câmara dos Deputados a Proposta Legislativa nº 6.840/2013 que versava sobre a reformulação do Ensino Médio e cuja tramitação não avançou nos anos seguintes. No início do Governo Temer (2016-2018) foi editada Medida Provisória nº 746/2016, que estabeleceu os principais pontos que, posteriormente, culminaram na sanção da Lei nº 13.415/2017.

Conhecida como Lei da Reforma do Ensino Médio, a referida lei alterou artigos da atual LDB, no intuito de propor uma nova organização para essa etapa de escolarização. Ao mesmo tempo que a lei prevê o aumento gradativo da carga horária total a ser cursada pelo estudante, a carga horária da Base Nacional Comum (na qual conhecimentos escolares de Física podem ser inseridos) foi reduzida a 1.800 horas. Em paralelo a essa carga horária, o estudante cursará itinerários formativos cuja oferta se dará em função da disponibilidade da rede e que lhe permitirão aprofundar determinadas temáticas, incluindo a formação técnico-profissional. Todo o trabalho pedagógico se desenvolverá no âmbito das áreas de conhecimento, à exceção de

Língua Portuguesa e Matemática, previstas como componentes curriculares obrigatórios.

Paralelamente a isso, iniciou-se o processo de constituição da BNCC com vistas a superar a fragmentação de políticas públicas educacionais e estabelecer os objetivos a serem atingidos. No que se refere ao documento do Ensino Médio, as duas primeiras versões preliminares garantiam a especificidade de cada componente curricular, ao passo que a última, elaborada após a Reforma do Ensino Médio, diluiu a formação básica dos estudantes no âmbito de competências ancoradas nas áreas de conhecimento.

Engendrado por grupos sociais defensores de uma perspectiva curricular centrada em competências, esse movimento vislumbra na formação escolar a inserção imediata dos estudantes no mercado de trabalho. Essa lógica pode incorrer no esvaziamento do papel do conhecimento historicamente produzido na formação dos estudantes, tornando-o um bem cultural restrito a uma parcela da população apenas. Nesse sentido, não há garantia de que todos os alunos do Ensino Médio tenham acesso a conhecimentos da Física em sua trajetória escolar, fazendo com que a presença da Física Escolar se encontre em risco novamente.

Atualmente, o processo de implementação da Reforma do Ensino Médio está vinculado à conclusão de algumas ações. Recentemente, o CNE aprovou a Resolução nº 03/2018, que visa atualizar as DCNEM. Na prática, o documento se tornará a sua terceira versão, assim que iniciar o processo efetivo de implementação da Reforma (entre 2020 e 2021). Outro ponto basilar consiste na homologação da BNCC para o Ensino Médio, consumada recentemente. À exceção de Língua Portuguesa e Matemática, em ambos os documentos não são feitas mais referências aos componentes curriculares, dentre os quais a Física.

Por fim, convém destacar que o presente trabalho consiste num diagnóstico científico em relação aos rumos que o PNLD tem tomado no que se refere à presença da História da Ciência nas coleções aprovadas de Física. Embora seja constatada a presença de elementos históricos nas coleções, em termos pedagógicos a História da Ciência não tem cumprido com sua função. Para uma formação cidadã universal, em que o conhecimento seja um bem cultural acessível a todos, se faz necessário integrar os conhecimentos científicos com aspectos relacionados à sua natureza, bem como aos interesses decorrentes das relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade.

O cenário que se avizinha em função das implicações da Reforma do Ensino Médio certamente trará impactos para as principais políticas educacionais promovidas para essa etapa de ensino: PNLD, formação de professores, ENEM, etc. É nesse cenário de incertezas que se faz necessário defender a presença da Física Escolar em sua especificidade epistemológica e como conhecimento socialmente referendado e referenciado, imprescindível para a formação cidadã. Contudo é necessário romper com os elementos hegemônicos de seu código disciplinar, sob o risco de eles serem reforçados cada vez mais, perpetuando-a como **instrumental** e **propedêutica**, voltada apenas para a preparação aos exames externos; **dogmática**, na medida que se interessará apenas pelos seus resultados e **elitista**, uma vez que, no cenário que se configura, apenas algumas escolas garantirão sua oferta, em função da falta de professores.

Mais do que nunca é necessário promover sua ressignificação curricular, com vistas a garantir sua socialização a um grupo maior de estudantes. Nesse sentido, incorporar de forma efetiva o potencial que a História da Ciência propicia ao ensino se torna um imperativo, tendo em vista o anseio de se democratizar o acesso ao arcabouço cultural que a Física representa.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J; AIKENHEAD, G. **STS Education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994, p. 47-59.
- AIRES, J. A; ERN, E. Contribuições da História das Disciplinas Escolares para a História do Ensino de Ciências. **Educação & Realidade**, v. 32, n.1, p. 91-108, 2007.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. **O que é História da Ciência**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1994.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Centenário Simão Mathias: Documentos, métodos e identidade na História da Ciência. **Circumscribere: International Journal for the History of Science**, vol. 4, p. 5-9, 2008.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M; FERRAZ, M. Raízes históricas da difícil equação institucional da ciência no Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 3, p. 3-14, 2002.
- ALFONSO-GOLDFARB, A. M; FERRAZ, M. H. M; BELTRAN, M. H. R. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Editora Livraria da Física/Fapesp, 2004, p. 49-73.
- ALMEIDA JR., J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.1, n.2, p. 45-58, 1979.
- ALMEIDA JR., J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.2, n.1, p. 55-73, 1980.
- ALVES FILHO, J. P; PINHEIRO, T. F; PIETROCOLA, M. A Eletrostática como exemplo de Transposição Didática. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 77-100.
- ARANHA, M. L. A. **História da Educação e da Pedagogia: Geral e Brasil**. São Paulo: Moderna, 2006.
- ASTOLFI, J; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas: Papirus, 1990.
- ASTOLFI, J; DAROT, E; GINSBURGER-VOGEL, Y; TOUSSAINT, J. **As palavras-chave da Didática das Ciências**. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.
- BARRA, V. M; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.

BARRETO FILHO, B; SILVA, C. X. **Física aula por aula**: eletromagnetismo, física moderna. São Paulo: FTD, 2016, vol.3 (coleção Física aula por aula).

BATISTA, I. L. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 257-272.

BATISTA, A. A. G. Um objeto variável e instável: textos impressos e livros didáticos. In: ABREU, M. (Org.). **Leitura, história e história da leitura**. Campinas: Associação de Leitura do Brasil, 2002, p. 529-575.

BELTRAN, M. H. R; SAITO, F; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BERNAL, J. D. **Historia social de la ciencia**: la ciencia en la historia. Barcelona: Ediciones Península, 1976a.

BERNAL, J. D. **Historia social de la ciencia**: la ciencia en nuestro tiempo. Barcelona: Ediciones Península, 1976b.

BITTENCOURT, C. M. F. Disciplinas escolares: história e pesquisa. In: OLIVEIRA, M. A. T; RANZI, S. M. F. (Org.). **História das disciplinas escolares no Brasil**: contribuições para o debate. Bragança Paulista: EDUSF, 2003, p. 9-38.

BLOOR, D. **Conhecimento e imaginário social**. São Paulo: Editora da Unesp, 2009.

BONJORNO, J. R; RAMOS, C. M; PRADO, E. P; BONJORNO, V; BONJORNO, M. A; CASEMIRO, R; BONJORNO, R. F. S. A. **Física**: eletromagnetismo, física moderna. São Paulo: FTD, 2016, vol. 3 (coleção Física).

BRAGA, M; GUERRA, A; REIS, J. C. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n.3, p. 507-522, 2008.

BRASIL. **Regulamento nº 8 de 31 de janeiro de 1838**. Contém os Estatutos para o Collegio de Pedro Segundo. 1838. Disponível em: <http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/fontes_escritas/3_Imperio/artigo_011.html>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. **Decreto nº 16.782-A** - 13 de janeiro de 1925 (Reforma Rocha Vaz). Estabelece o concurso da União para a difusão do ensino primário, organiza o Departamento Nacional do Ensino, reforma o ensino secundário e o superior e dá outras providencias. 1925. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1910-1929/d16782a.htm>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde Pública. Decreto 19.890, de 18-4-1931 (Dispõe sobre a organização do ensino secundário). In: BICUDO, J. C. (Org.). **O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação**. São Paulo: J. Magalhães, 1942a, p. 9-26.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde Pública. Reforma do Ensino Secundário (Decreto 19.890, de 18-4-1931) – Exposição de Motivos. In: BICUDO, J. C. (Org.). **O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação**. São Paulo: J. Magalhães, 1942b, p. 637-642.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde Pública. Portaria Ministerial de 30-6-1931 (Programas do curso fundamental do ensino secundário). In: BICUDO, J. C. (Org.). **O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação**. São Paulo: J. Magalhães, 1942c, p. 137-192.

BRASIL. Exposição de Motivos da Lei Orgânica do Ensino Secundário – 01 de abril de 1942. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952a, p. 22-28.

BRASIL. Decreto-Lei nº 4.244 – 09 de abril de 1942. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952b, p. 28-44.

BRASIL. Portaria nº 5 – 02 de janeiro de 1946. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952c, p. 506-510.

BRASIL. Portaria nº 170 – 13 de março de 1943. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952d, p. 415-419.

BRASIL. Portaria nº 966 – 02 de outubro de 1951. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952e, p. 518-550.

BRASIL. Portaria nº 1045 – 14 de dezembro de 1951. In: BRASIL. **Ensino secundário no Brasil: organização – legislação vigente – programas**. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Saúde; Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, Publicação nº 67, 1952f, p. 551-631.

BRASIL. Lei nº 4024 – 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União** - 27/12/1961. 1961. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4024-20-dezembro-1961-353722-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. Parecer nº 53/62, de 11 de maio de 1962, do CFE. Currículo da 3ª série colegial. In: **Documenta nº 04**, Rio de Janeiro, jun. 1962.

BRASIL. Circular nº 01/62. Instruções da Diretoria do Ensino Secundário, do Ministério da Educação e Cultura. In: BRASIL. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Rio de Janeiro: MEC-COLTED, 1968a, p. 33-38.

BRASIL. Parecer nº 23/62, de 16 de março de 1962, do CFE. Amplitude e desenvolvimento do programa. In: BRASIL. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Rio de Janeiro: MEC-COLTED, 1968b, p. 188-189.

BRASIL. Lei nº 5.692 – 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União** - 12/8/1971. 1971a. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1970-1979/lei-5692-11-agosto-1971-357752-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. Decreto nº 68.908 - 13 de julho de 1971. Dispõe sobre Concurso Vestibular para admissão aos cursos superiores de graduação. **Diário Oficial da União** – 14/7/1971. 1971b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D68908.htm>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. Parecer nº 853/71, de 12 de novembro de 1971, do CFE. Núcleo-comum para os currículos do ensino de 1º e 2º graus. A doutrina do currículo na Lei 5692. In: **Documenta nº 132**, Rio de Janeiro, 1971c.

BRASIL. Resolução nº 8/71, de 1º de dezembro de 1971, do CFE. Fixa o núcleo-comum para os currículos do ensino de 1º e 2º graus, definindo-lhe os objetivos e a amplitude. In: **Documenta nº 133**, Rio de Janeiro, 1971d.

BRASIL. Parecer nº 871/72, de 11 de agosto de 1972, do CFE. Matérias da parte diversificada do currículo do 1º e 2º graus para o sistema federal. In: **Documenta nº 141**, Rio de Janeiro, 1972.

BRASIL. Lei nº 7.044 – 18 de outubro de 1982. Altera dispositivos da Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971, referentes a profissionalização do ensino de 2º grau. **Diário Oficial da União** - 19/10/1982. 1982. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7044.htm>. Acesso em: 20 mai. 2018.

BRASIL. Parecer nº 785/1986 do Conselho Federal de Educação. In: RANGEL, M. **Currículo de 1º e 2º Graus no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 1988a, p. 95-107.

BRASIL. Resolução nº 6 - 26 de novembro de 1986 - Conselho Federal de Educação. In: RANGEL, M. **Currículo de 1º e 2º Graus no Brasil**. Petrópolis: Vozes, 1988b, p. 108-110.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BRASIL. Lei 9.394/96 – 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. In: BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999a, p. 39-57.

BRASIL. Parecer nº 15/98 – 01 de junho de 1998, do CNE. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. In: BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999b, p. 59-112.

BRASIL. Resolução nº 03/98 – 25 de junho de 1998, do CNE. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. In: BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999c, p. 112-118.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais – Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. In: BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999d, p. 201-273.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC: SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2008.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 59 - 11 de novembro de 2009. Entre outros pontos, dá nova redação aos incisos I e VII do art. 208, de forma a prever a obrigatoriedade do ensino de quatro a dezessete anos. **Diário Oficial da União** – 12/11/2009. 2009a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/emendas/emc/emc59.htm>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro didático PNLD 2012 – Ensino Médio. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, 04 dez. 2009. 2009b. Disponível em: <<http://www.fnnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=4835:pnld-2012-edital-consolidado>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Matriz de Referência ENEM**. Brasília, 2009c. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2018.

BRASIL. Casa Civil. Subchefia para assuntos Jurídicos. Decreto nº 7.084, de 27 de janeiro de 2010. **Diário Oficial da União** – 27/01/2010. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7084.htm>. Acesso em: 18 nov. 2018

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012**: física. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011a.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: química.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011b.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Apresentação.** Brasília: MEC/SEB, 2011c.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica.** Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013a.

BRASIL. Edital de convocação 01/2013 – CGPLI. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2015. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, 16 jan. 2013b. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=8304:edital-pnld-2015-ensino-medio-03-07-2013>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: apresentação: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014a.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: física: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014b.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: química: ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014c.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Pedagógico: Enem 2011-2012.** Brasília Inep, 2015a.

BRASIL. Edital de convocação 04/2015 – CGPLI. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2018. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, 14 dez. 2015. 2015b. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/165-editais?download=10516:edital-consolidado-3a-alteracao-pnld-2018>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Portaria nº 51, de 16 de dezembro de 2015. Institui o Banco de Avaliadores dos Programas Nacionais do Livro e da Leitura e de conteúdos de Recursos Educacionais Digitais, no âmbito da Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, 16 dez. 2015. 2015c. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=51&data=21/12/2015>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

BRASIL. Chamada Pública SEB/MEC nº 42 (Junho de 2016). Processo seletivo de IES para atuação na etapa de seleção pedagógica no PNLD 2018. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, junho de 2016. 2016a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2016-pdf/45601-chamada-publica-pnld2018-versao-atualizada-pdf/file>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. Portaria nº 18, de 14 de setembro de 2016. Divulga resultado preliminar da etapa de pré-análise da avaliação pedagógica das obras inscritas no Programa Nacional do Livro Didático PNLD 2018, conforme Edital CGPLI nº 04/2015.

Ministério da Educação, Brasília, DF, 14 set. 2016. 2016b. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/item/9542-portaria-seb-mec-n%C2%BA-18,-de-14-de-setembro-de-2016>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BRASIL. **PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017a.

BRASIL. **PNLD 2018: química – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017b.

BRASIL. **PNLD 2018: biologia – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017c.

BRASIL. **Censo Escolar 2017**: Notas Estatísticas. Brasília: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, janeiro de 2018. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CARVALHO, W. L. P; MARTINS, J. Elementos históricos: ciência – sociedade – governo no Brasil. In: NARDI, R. (Org.). **Pesquisas em Ensino de Física**. São Paulo: Escrituras, 2004, p. 151-166.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Contexto & Educação**, ano 22, n. 77, p. 25-49, 2007.

CARVALHO, A. M. P; SASSERON, L. H. Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010, v. único, p. 107-140.

CHASSOT, A. Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A. C; MACEDO, E. **Currículo de Ciências em debate**. Campinas: Papirus, 2004, p. 13-44.

CHAUI, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 2000.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**, n. 2, p. 177-229, 1990.

CHOPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v.30, n.3, p. 549-566, 2004.

CHRISTIE, J. R. R. El desarrollo de la historiografía de la ciencia. In: MARTÍNEZ, S; GUILLAUMIN, G. (Org.). **Historia, Filosofía y enseñanza de la Ciencia**. México: UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005, p. 43-65.

CONDÉ, M. L. L. **Um papel para a história: o problema da historicidade da ciência.** Curitiba: Editora da UFPR, 2017.

CUESTA, R. **Sociogénesis de una disciplina escolar: la Historia.** Barcelona: Pomares-Corredor, 1997.

CUESTA, R. **Clío en las aulas: La enseñanza de la Historia en España entre reformas, ilusiones y rutinas.** Madrid: Akal, 1998.

CUESTA, R. El código disciplinar de la historia escolar en España: Algunas ideas para la explicación de la sociogénesis de una materia de enseñanza. **Encounters on Education**, v.3, p. 27-41, 2002.

CUESTA, R. Campo profesional, formación del profesorado y apuntes de didáctica crítica para tiempos de desolación. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, nº 17, p. 3-23, 2003.

CUESTA, R. Los textos visibles del saber y el poder en la escuela. Una mirada crítica. In: ESCOLANO, A. (Org.). **Currículo editado y sociedad del conocimiento.** Valencia: Tirant lo Blanch, 2006, p. 185-199.

CURY, C. R. J. A educação básica como direito. **Cadernos de Pesquisa**, v.38, n.114, p. 293-303, maio/agosto 2008.

D'AMBROSIO, U. Tendências historiográficas na história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas.** São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004, p. 165-200.

DALLABRIDA, N. A Reforma Francisco Campos e a modernização nacionalizada do ensino secundário. **Educação**, v. 32, n. 2, p. 185-191, 2009.

DAMASIO, F; PEDUZZI, L. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, e2583, 2017.

DEBUS, A. G. A ciência e as humanidades: a função renovadora da indagação histórica. **Revista da SBHC**, v.5, p. 3-13, 1991.

DEBUS, A. G. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas.** São Paulo: EDUC/Editora Livraria da Física/Fapesp, 2004, p. 13-39.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1990.

DRIVER, R. et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química Nova na Escola**, nº 9, p. 31-40, 1999.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3-21.

ESCOLANO, A. Presentación; El libro escolar y la cultura de la educación. La Manualística, un campo en construcción. In: ESCOLANO, A. (Org.). **Currículum editado y sociedad del conocimiento**. Valencia: Tirant lo Blanch, 2006, p. 9-34.

ESCOLANO, A. Ponencia 5: La Manualística y la cultura de la escuela. In: **Seminario Los Libros Escolares y la lectura ante la Ley de Calidad de la Educación**. Madrid: Asociación Nacional de Editores de Libros y Material de Enseñanza, 2004, p. 109-121. Disponível em: <https://www.anele.org/pdf/ponencias_antteriores/Seminario-noviembre2003.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018.

ETGES, N. Produção do conhecimento e interdisciplinaridade. **Educação & Realidade**. Porto Alegre, v.18, n.2, p. 73-82, 1993.

ETGES, N. Ciência, interdisciplinaridade e educação. In: JANTSCH, A; BIANCHETTI, L. (Org.). **Interdisciplinaridade para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, 2011, p. 60-94.

FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fundação do Desenvolvimento da Educação, 2015.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FORATO, T. C. M; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FORATO, T. C. GUERRA, A; BRAGA, M. Historiadores das ciências e educadores: frutíferas parcerias para um ensino de ciências reflexivo e crítico. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v.7, n.2, p. 137-141, 2014.

FORQUIN, J. Saberes escolares, Imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria & Educação**, n. 5, p. 28-49, 1992.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e a ética da ciência. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

GARCIA, N. M. D. **Física Escolar, Ciência e Novas Tecnologias de Produção**: o desafio da aproximação. 287 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

GARCIA, N. M. D. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista**, n. 44, p. 145-163, 2012.

GARCIA, T. M. F. B. Os livros didáticos na sala de aula. In: GARCIA, T. M. F. B; SCHIMDT, M. A; VALLS, R. (Org.). **Didática, história e manuais escolares**: contextos ibero-americanos. Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p. 69-102.

GARCIA, T. M. F. B; SCHIMDT, M. A. Os manuais didáticos em pesquisa: apreendendo significados da experiência escolar. In: GARCIA, T. M. F. B; SCHIMDT, M. A; VALLS, R. (Org.). **Didática, história e manuais escolares**: contextos ibero-americanos. Ijuí: Editora Unijuí, 2013, p. 11-29.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-202, 1993.

GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I. F; ALÍS, J. C; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Para uma imagem não-deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D; VILCHES, A. Importância da Educação Científica na Sociedade Atual. In: CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2011, p. 17-32.

GIL-PÉREZ, D; MONTORO, I. F; ALÍS, J. C; CACHAPUZ, A; PRAIA, J. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2011a, p. 35-68.

GIL-PÉREZ, D. et al. Defesa do construtivismo. In: CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2011b, p. 107-124.

GOODSON, I. **Currículo: teoria e história**. Petrópolis: Vozes, 2008.

GRECA, I. M; FREIRE JR., O. A “crítica forte” da ciência e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v.10, nº3, p. 343-361, 2004.

GUERRA, A; FREITAS, J; REIS, J. C; BRAGA, M. A. A história da ciência ajuda no aprendizado de ciências? In: GOLDFARB, J. L; FERRAZ, M. H. M (Org.). **Atas do VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e da VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Editora da Unesp: Imprensa Oficial do Estado: Sociedade Brasileira de História da Ciência, 2001, p. 207-209.

HESSEN, B. As raízes sócio-econômicas dos *Principia* de Newton. In: GAMA, R. (Org.). **Ciência e técnica**: antologia de textos históricos. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992, p. 30-89.

HOBBSAWM, E. Introdução: a invenção das tradições. In: HOBBSAWM, E; RANGER, T. (Org.). **A invenção das tradições**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997, p. 9-23.

HOUAISS, A; VILLAR, M. S. **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.
HÖTTECKE, D; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2011.

JAPIASSU, H; MARCONDES, D. **Dicionário básico de Filosofia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. **Revista Brasileira de História da Educação**, n. 1, p. 9-43, 2001.

KELVIN, Lorde. Nineteenth century clouds over the dynamical theory of heat and light. **Philosophical Magazine**, series 6, 2: 7, p. 1 – 40, 1901.

KOYRÉ, A. **Estudos de História do Pensamento Científico**. Rio de Janeiro: Forense, 2011a.

KOYRÉ, A. **Estudos de História do Pensamento Filosófico**. Rio de Janeiro: Forense, 2011b.

KRAGH, H. **Introdução à Historiografia da Ciência**. Porto: Porto Editora, 2001.

KRAGH, H. **Generaciones cuánticas: una historia de la Física en el siglo XX**. Ediciones Akal: Madrid, 2007.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v.14, n.1, p. 85-93, 2000.

KUHN, T. A função do dogma na investigação científica. In: DEUS, J. D. **A crítica da ciência: sociologia e ideologia da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1979, p. 53-80.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

KUHN, T. **A tensão essencial**. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

LAKATOS, I. **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Lisboa: Edições 70, 1998.

LEITE, L. History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. **Science & Education**, v.11, p. 333-359, 2002.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 1999.

LOPES, A. R. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

LORENZ, K. M. Os livros didáticos e o ensino de ciências na escola secundária brasileira no século XIX. **Ciência e Cultura**, São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, vol. 38, nº 3, p. 426-435, 1986.

LORENZ, K. M. Os livros didáticos de Ciências na Escola Secundária Brasileira: 1900 a 1950. **Educar**, n.10, p. 71-79, 1995.

LUNDGREN, U. P. **Teoría del curriculum y escolarización**. Madrid: Ediciones Morata, 1997.

MAIA, C. A. **História das ciências**: uma história de historiadores ausentes. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 2013.

MAIA, C. A. Kuhn: ator conservador ou autor revolucionário? In: CONDÉ, M. L. L.; PENNA-FORTE, M. A. (Org.). **Thomas Kuhn**: A Estrutura das Revoluções Científicas [50 anos]. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia**: dos pré-socráticos a Wittgenstein. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2005.

MARTINAND, J. La question de la référence en Didactique du Curriculum. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 125-130, 2003.

MARTINS, A. F. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 24, n.1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, A. F. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.

MARTINS, A. F. História (e Filosofia!) da Ciência no ensino de Física: o quanto avançamos. In: GARCIA, N. M. D; AUTH, M. A; TAKAHASHI, E. K. (Org.). **Enfrentamentos do ensino de Física na sociedade contemporânea**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016, p. 419-427.

MARTINS, L. A. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Episteme**. nº 10, p. 39-56, 2000.

MARTINS, R. A. História e história da ciência: encontros e desencontros. In: **Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica (Universidade de Évora e Universidade de Aveiro)**. Évora: Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência da Universidade de Évora, 2001, p. 11-46.

MARTINS, R. A. Ciência *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M; BELTRAN, M. H. R. (Org.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Editora Livraria da Física/Fapesp, 2004, p. 115-145.

MARTINS, R. A. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.

MARTINS, R. A. SILVA, C. C; PRESTES, M. E. B. History and Philosophy of Science in Science Education, in Brazil. In: MATTHEWS, M. (Org.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer, 2014, p. 2271-2292.

MASSONI, N. T; MOREIRA, M. A. A epistemologia de Fleck: uma contribuição ao debate sobre a natureza da ciência. **Alexandria**, v. 8, n. 1, p. 237-264, 2015.

MASTERMAN, M. A natureza de um paradigma. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, A. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Editora Cultrix: Editora da Universidade de São Paulo, 1979, p. 72-108.

MCCOMAS, W; ALMAZROA, H; CLOUGH, M. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education** v.7, p. 511-532, 1998.

MATTHEWS, M. História, Filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.3, p. 164-214, 1995.

MEDEIROS, A. A História da Ciência e o ensino de Física Moderna. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 273-292.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v.1, n.1, p. 20-39, 1996.

MOURA, C. B; GUERRA, A. História Cultural da Ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de Ciências? **RBPEC**, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016.

NARDI, R; GATTI, S. R. T. A pesquisa em ensino de Ciências: aproximando aspectos de História e Filosofia da Ciência à sala de aula. In: GATTI, S. R. T; NARDI, R. (Org.). **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: a pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula**. São Paulo: Escrituras Editora, 2016, p. 9-28.

NIELSEN, K. Historicismo. In: AUDI, R. (Org.). **Dicionário de Filosofia de Cambridge**. São Paulo: Paulus, 2006, p. 467.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.1, p. 23-48, 2000.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.18, n.2, p. 135-151, 2001.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica**. Curitiba: DEB, 2008.

PARANÁ. Conselho Estadual de Educação. **Parecer nº 130 – 11 de fevereiro de 2010**. Pedido de apreciação das Diretrizes Curriculares da Educação Básica. 2010a. Disponível em: <http://www.cee.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/Pareceres2010/CEB/pa_ceb_130_10.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2018.

PARANÁ. Conselho Estadual de Educação. **Parecer nº 1.165 – 02 de dezembro de 2010**. Atendimento ao Parecer CEE/CEB nº 130/10, aprovado em 11/02/2010. 2010b. Disponível em: <http://www.cee.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/Pareceres2010/CEB/pa_ceb_1165_10.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2019.

PEDUZZI, L. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 151-170.

PLANCK, M. **Autobiografia científica e outros ensaios**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2012.

POINCARÉ, H. **A Ciência e a Hipótese**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1988.

QUEIROZ, M. N. A. **O ensino de física no Brasil nas décadas de 1960 e 1970: legislação, currículo e material didático**. 367 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, São Paulo, 2016.

RAMOS, M. N. Trabalho, cultura e competências na contemporaneidade: o conhecer ao saber-ser. **Revista Teias**, ano 5, nº 9-10, p. 1-13, 2004.

RAW, I. A tecnologia e o ensino de ciências. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 29 junho 2000. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/opiniao/fz2906200009.htm>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

REALE, G; ANTISERI, D. **História da Filosofia: do Romantismo até os nossos dias**. São Paulo: Paulus, 1991.

RIBEIRO, J. C. A Física no Brasil. In: AZEVEDO, F. **As ciências no Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 1958, v.1, p. 191-232.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 29-51.

ROCHA, T. U. **As contribuições da História e Filosofia da Ciência para o ensino de Física Quântica na Educação Básica**. 319 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, 2013.

ROCHA, T. U. História da Ciência no livro didático de Física: considerações a partir do estudo de Física Quântica. In: GARCIA, N. M. D. (Org.). **O livro didático de Física e de Ciências em foco: dez anos de pesquisa**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, p. 249-265.

ROMANELLI, O. O. **História da Educação no Brasil: (1930/1973)**. 39. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

SAITO, F. História da ciência e ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. **História da Ciência e ensino: construindo interfaces**, v.1, p. 1-6, 2010.

SANTOS, L. L. História das disciplinas escolares: perspectivas de análise. **Teoria & Educação**, n. 2, p. 21-29, 1990.

SANTOS, M. E. V. M. Ciência como cultura – paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 530-537, 2009.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SANTOS, W. L. P. SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. 445 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SCHÄFER, L; SCHNELLE, T. Introdução. In: FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010, p. 1-36.

SCHULZ, P. Duas nuvens ainda fazem sombra na reputação de Lorde Kelvin. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.4, p. 509-512, 2007.

SEQUEIRA, M; LEITE, L. A História da Ciência no ensino-aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, vol.1, n. 2, p. 29-40, 1988.

SOLBES, J; TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. **Enseñanza de las ciencias**, vol.19, n.1, p. 151-162, 2001.

SOLBES, J; SINARCAS, V. Utilizando la historia de la ciencia en la enseñanza de los conceptos claves de la física cuántica. **Didáctica de las Ciências Experimentales y Sociales**, n.23, p. 123-151, 2009.

TEIXEIRA, E. S; GRECA, I. M; FREIRE JR, O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de História e Filosofia da Ciência no ensino de Física. In: PEDUZZI, L; MARTINS, A. F; FERREIRA, J. M. H. F. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012, p. 9-40.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção da Física Moderna na escola média**. 241 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

TRINDADE, L. S. P. et al. História da Ciência e ensino: alguns desafios. In: BELTRAN, M. H. R; SAITO, F; TRINDADE, L. S. P. (Org.). **História da Ciência: tópicos atuais**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010, p. 119-132.

VALIO, A. B. M. (Org.). **Ser protagonista: física 3º ano**. São Paulo: Edições SM, 2016, vol.3 (coleção Ser Protagonista).

VIDEIRA, A. A. P. Transdisciplinaridade, interdisciplinaridade e disciplinaridade da história da ciência. **Scientiae Studia**, São Paulo, v.2, n.2, p. 279-293, 2004.

VIDEIRA, A. A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. 23-40.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. **Escritos (Fundação Casa de Rui Barbosa)**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 111-158, 2007.

VIDEIRA, A. A. P. Considerações sobre o pensamento filosófico de Ernst Mach em torno dos seguintes temas: metafísica, economia e representação. In: MACH, E. **História e raízes do princípio de conservação de energia**. Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 2014, p. 7-26.

VIÑAO, A. F. El libro de texto y las disciplinas escolares: una mirada a sus orígenes. In: ESCOLANO, A. (Org.). **Currículum editado y sociedad del conocimiento**. Valencia: Tirant lo Blanch, 2006, p. 109-133.

VIÑAO, A. F. A história das disciplinas escolares. **Revista Brasileira de História da Educação**, nº 18, p. 173-215, 2008.

YAMAMOTO, K; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio**: eletricidade e física moderna. São Paulo: Saraiva, 2016, vol. 3 (coleção Física para o Ensino Médio).

YOUNG, R. Bernal, John Desmond. In: BOTTOMORE, T. (Org.). **Dicionário do pensamento marxista**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001, p. 31-32.

ZANETTI, J. **Física também é cultura**. 252 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ANEXO 1 – CONSULTA e-SIC: QUANTIDADE DE IES CANDIDATAS PARA ATUAR NO PNLD 2018 (CHAMADA PÚBLICA Nº 42/2016 – MEC/SEB)

Dados do Pedido

Protocolo	23480024075201863
Solicitante	Tiago Ungericht Rocha
Data de Abertura	16/10/2018 20:48
Orgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Orgão Vinculado Destinatário	
Prazo de Atendimento	06/11/2018
Situação	Respondido
Status da Situação	Acesso Concedido (Informações enviadas por e-mail)
Forma de Recebimento da Resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo	Dados quantitativos (IES candidatas) - Chamada Pública SEB/MEC nº 42/2016
Detalhamento	Solicito acesso à quantidade de IES inscritas por componente curricular para atuar no PNLD 2018, cuja seleção foi regida pela Chamada Pública SEB/MEC nº 42/2016. Obrigado

Dados da Resposta

Data de Resposta	22/10/2018 18:04
Tipo de Resposta	Acesso Concedido
Classificação do Tipo de Resposta	Informações enviadas por e-mail

Resposta

Prezado Senhor,

Cumprimentando-o cordialmente e em atenção ao pedido formulado por Vossa Senhoria junto ao Serviço de Informações ao Cidadão SIC/MEC, encaminhamos anexo tabela contendo a quantidade de IES inscritas na Chamada Pública Edital nº 42/2016, de 22 de abril de 2016 conforme solicitado e o resultado da seleção.

Atenciosamente,

Chefe de Gabinete

Secretaria de Educação Básica

Ministério da Educação

Responsável pela Resposta

Chefe de Gabinete

Destinatário do Recurso de Primeira Instância:

Secretaria de Educação Básica

Prazo Limite para Recurso

01/11/2018

Classificação do Pedido

Categoria do Pedido

Educação

Subcategoria do Pedido

Educação básica

Número de Perguntas

1

Histórico do Pedido

Data do evento	Descrição do evento	Responsável
16/10/2018 20:48	Pedido Registrado para para o Órgão MEC – Ministério da Educação	SOLICITANTE
22/10/2018 18:04	Pedido Respondido	MEC – Ministério da Educação

Componente Curricular	Nº de Inscrições	Instituição Pública Selecionada
Arte	1	Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG
Biologia	1	Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Filosofia	1	Universidade de Brasília - UnB
Física	1	Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Geografia	3	Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
História	2	Universidade Federal de Sergipe - UFS
Língua Estrangeira Moderna - Espanhol	2	Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ
Língua Estrangeira Moderna - Inglês	1	Colégio Pedro II
Língua Portuguesa	1	Universidade Federal da Bahia - UFBA
Matemática	1	Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Química	1	Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Sociologia	1	Universidade Estadual de Campinas - Unicamp
Guia do Livro Didático	3	Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

ANEXO 2 – CONSULTA e-SIC: COLEÇÕES INSCRITAS PARA ETAPA DE AVALIAÇÃO PEDAGÓGICA (PNLD 2012)

Dados do Pedido

Protocolo	23480024411201878
Solicitante	Tiago Ungericht Rocha
Data de Abertura	21/10/2018 11:00
Orgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Orgão Vinculado Destinatário	FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
Prazo de Atendimento	12/11/2018
Situação	Respondido
Status da Situação	Acesso Concedido (Resposta solicitada inserida no e-SIC)
Forma de Recebimento da Resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo	Quantidade de coleções analisadas na Etapa de Avaliação Pedagógica - PNLD 2012
Detalhamento	Solicito acesso às quantidades de coleções didáticas por componente curricular que foram submetidas ao processo de análise na etapa de Avaliação Pedagógica no âmbito do PNLD 2012. Necessito das informações referentes aos componentes curriculares Física, Química e Biologia. Obrigado

Dados da Resposta

Data de Resposta	06/11/2018 16:39
Tipo de Resposta	Acesso Concedido
Classificação do Tipo de Resposta	Resposta solicitada inserida no e-SIC

Resposta

Prezado Senhor,

Encaminhamos-lhe abaixo resposta referente ao pedido SIC 23480024411201878.

Seguem as quantidades de coleções analisadas na Etapa de Avaliação Pedagógica no PNLD 2012, conforme solicitado:

Física = 102

Química = 114

Biologia = 96

Resposta concedida pela Coordenação-Geral dos Programas do Livro - CGPLI.

Colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos, alertando que o prazo recursal em 1ª instância, referente a este pedido é de 10 dias.

Atenciosamente,

Serviço de Informação ao Cidadão

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação-
FNDE

Responsável pela Resposta	Lauri Cericato
Destinatário do Recurso de Primeira Instância:	Diretor José Fernando Uchôa Costa Neto
Prazo Limite para Recurso	16/11/2018

Classificação do Pedido

Categoria do Pedido	Educação
Subcategoria do Pedido	Financiamento da educação
Número de Perguntas	1

Histórico do Pedido

Data do evento	Descrição do evento	Responsável
21/10/2018 11:00	Pedido Registrado para para o Órgão FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação	SOLICITANTE
06/11/2018 16:39	Pedido Respondido	MEC – Ministério da Educação/FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
06/11/2018 23:02	Recurso de 1a. instância registrado	SOLICITANTE
09/11/2018 15:15	Recurso de 1a. instância respondido	FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Dados do Recurso de 1ª Instância

Órgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Órgão Vinculado Destinatário	FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Data de Abertura	06/11/2018 23:02
Prazo de Atendimento	12/11/2018
Tipo de Recurso	Informação recebida não corresponde à solicitada

Justificativa

Eu solicitei acesso à quantidade de coleções por componente curricular analisadas no PNLD 2012 (Física, Química e Biologia). Fiz uma solicitação anterior (SIC 23480024076201816), mas não especifiquei a etapa de análise que precisava. Recebi as informações abaixo: "Conforme solicitado, segue o número de coleções inscritas no PNLD 2012 nos componentes indicados: FÍSICA = 18 COLEÇÕES QUÍMICA = 20 COLEÇÕES BIOLOGIA = 16 COLEÇÕES" Eu refiz a solicitação pois preciso da informação específica correspondente à quantidade de coleções que chegaram até a etapa de avaliação pedagógica nos três componentes. Pra minha surpresa, os dados enviados para este protocolo (23480024411201878) são irreais pois são bem maiores dos acima, quando eu esperava dados ligeiramente menores. Existe um erro nas informações enviadas. Volto a solicitar acesso à quantidade de coleções didáticas (por componente curricular - física, química e biologia) que chegaram a ser avaliadas na etapa de avaliação pedagógica do PNLD 2012. grato.

Resposta ao Recurso de 1ª Instância

Data da Resposta	09/11/2018 15:15
Prazo para Disponibilizar Informação	-
Tipo Resposta	Deferido

Justificativa

Prezado Senhor,

Encaminhamos-lhe, em anexo, resposta referente ao recurso de 1ª instância SIC 23480024411201878.

Primeiramente, informamos que houve um equívoco na resposta encaminhada anteriormente.

Dessa forma, retificamos que foram encaminhadas para Etapa de Avaliação Pedagógica no PNLD 2012, as quantidades de coleção a seguir:

Física = 17

Química = 19

Biologia = 16

Resposta concedida pela Coordenação-Geral dos Programas do Livro - CGPLI.

Colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos, alertando que o prazo recursal em 2ª instância, referente a este recurso é de 10 dias.

Atenciosamente,

Serviço de Informação ao Cidadão

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação- FNDE

Responsável pela Resposta	Diretor José Fernando Uchôa Costa Neto
Destinatário do Recurso de 2ª Instância	Presidente Silvio de Sousa Pinheiro
Prazo Limite para Recurso	21/11/2018

ANEXO 3 – CONSULTA e-SIC: QUANTIDADES DE LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA DISTRIBUÍDOS (PNLD 2018)

Dados do Pedido

Protocolo	23480019787201861
Solicitante	Tiago Ungericht Rocha
Data de Abertura	26/08/2018 12:03
Orgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Orgão Vinculado Destinatário	FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
Prazo de Atendimento	17/09/2018
Situação	Respondido
Status da Situação	Acesso Concedido (Resposta solicitada inserida no e-SIC)
Forma de Recebimento da Resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo	Dados estatísticos - PNLD 2018 componente curricular Física
Detalhamento	Solicito acesso às informações relativas às quantidades de exemplares adquiridos e distribuídos (tanto o livro do estudante quanto o manual do professor) de coleções didáticas do componente curricular Física que compuseram o guia de escolha do PNLD 2018. Estes dados seriam quantidades de exemplares adquiridos para cada coleção de Física aprovada no PNLD 2018.

Dados da Resposta

Data de Resposta	05/09/2018 15:20
Tipo de Resposta	Acesso Concedido
Classificação do Tipo de Resposta	Resposta solicitada inserida no e-SIC

Resposta

Prezado Senhor,

Encaminhamos-lhe, em anexo, resposta referente ao pedido SIC 23480019787201861.

Resposta concedida pela Coordenação-Geral dos Programas do Livro - CGPLI.

Colocamo-nos à disposição para outros esclarecimentos, alertando que o prazo recursal em 1ª instância, referente a este pedido é de 10 dias.

Atenciosamente,

Serviço de Informação ao Cidadão

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação-
FNDE

Responsável pela Resposta	Wilson Aparecido Troque
Destinatário do Recurso de Primeira Instância:	Diretor José Fernando Uchôa Costa Neto da Diretoria de Ações Educacionais - DIRAE
Prazo Limite para Recurso	17/09/2018

Classificação do Pedido

Categoria do Pedido	Educação
Subcategoria do Pedido	Financiamento da educação
Número de Perguntas	1

Histórico do Pedido

Data do evento	Descrição do evento	Responsável
26/08/2018 12:03	Pedido Registrado para para o Órgão FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação	SOLICITANTE
05/09/2018 15:20	Pedido Respondido	MEC – Ministério da Educação/FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

CÓDIGO DO LIVRO	TÍTULO	QUANTIDADE DE LIVROS
0025P18133101IL	COMPREENDENDO A FÍSICA - MECÂNICA - VOLUME 1	112.247
0025P18133101IM	COMPREENDENDO A FÍSICA - MECÂNICA - VOLUME 1	1.699
0025P18133102IL	COMPREENDENDO A FÍSICA - ONDAS, ÓPTICA E TERMODINÂMICA - VOLUME 2	87.497
0025P18133102IM	COMPREENDENDO A FÍSICA - ONDAS, ÓPTICA E TERMODINÂMICA - VOLUME 2	1.437
0025P18133103IL	COMPREENDENDO A FÍSICA - ELETROMAGNETISMO E FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	78.446
0025P18133103IM	COMPREENDENDO A FÍSICA - ELETROMAGNETISMO E FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	1.351
0045P18133101IL	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 1	216.270
0045P18133101IM	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 1	3.076
0045P18133102IL	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 2	167.376
0045P18133102IM	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 2	2.527
0045P18133103IL	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 3	148.141
0045P18133103IM	FÍSICA CONTEXTO & APLICAÇÕES - VOLUME 3	2.352
0071P18133101IL	SER PROTAGONISTA FÍSICA 1	289.313
0071P18133101IM	SER PROTAGONISTA FÍSICA 1	3.994
0071P18133102IL	SER PROTAGONISTA FÍSICA 2	230.095
0071P18133102IM	SER PROTAGONISTA FÍSICA 2	3.344
0071P18133103IL	SER PROTAGONISTA FÍSICA 3	207.376
0071P18133103IM	SER PROTAGONISTA FÍSICA 3	3.112
0100P18133101IL	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 1 - MECÂNICA - VOLUME 1	269.605
0100P18133101IM	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 1 - MECÂNICA - VOLUME 1	3.710
0100P18133102IL	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 2 - TERMOLOGIA, ÓPTICA, ONDULATÓRIA - VOLUME 2	211.601
0100P18133102IM	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 2 - TERMOLOGIA, ÓPTICA, ONDULATÓRIA - VOLUME 2	3.069
0100P18133103IL	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 3 - ELETRICIDADE, FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	189.003
0100P18133103IM	FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO 3 - ELETRICIDADE, FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	2.862
0101P18133101IL	FÍSICA 1 - MECÂNICA - VOLUME 1	235.377
0101P18133101IM	FÍSICA 1 - MECÂNICA - VOLUME 1	3.324
0101P18133102IL	FÍSICA 2 - TERMOLOGIA, ONDULATÓRIA, ÓPTICA - VOLUME 2	187.737
0101P18133102IM	FÍSICA 2 - TERMOLOGIA, ONDULATÓRIA, ÓPTICA - VOLUME 2	2.827
0101P18133103IL	FÍSICA 3 - ELETRICIDADE, FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	168.591
0101P18133103IM	FÍSICA 3 - ELETRICIDADE, FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	2.635
0118P18133101IL	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	146.125
0118P18133101IM	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	2.195
0118P18133102IL	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	113.606
0118P18133102IM	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	1.857
0118P18133103IL	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	102.096
0118P18133103IM	FÍSICA: INTERAÇÃO E TECNOLOGIA	1.758
0129P18133101IL	FÍSICA AULA POR AULA: MECÂNICA	388.694
0129P18133101IM	FÍSICA AULA POR AULA: MECÂNICA	5.597
0129P18133102IL	FÍSICA AULA POR AULA: TERMOLOGIA, ÓPTICA, ONDULATÓRIA	307.700
0129P18133102IM	FÍSICA AULA POR AULA: TERMOLOGIA, ÓPTICA, ONDULATÓRIA	4.500
0129P18133103IL	FÍSICA AULA POR AULA: ELETROMAGNETISMO, FÍSICA MODERNA	276.237
0129P18133103IM	FÍSICA AULA POR AULA: ELETROMAGNETISMO, FÍSICA MODERNA	4.208
0131P18133101IL	FÍSICA: MECÂNICA	603.646
0131P18133101IM	FÍSICA: MECÂNICA	9.004
0131P18133102IL	FÍSICA: TERMOLOGIA ? ÓPTICA ? ONDULATÓRIA	470.674
0131P18133102IM	FÍSICA: TERMOLOGIA ? ÓPTICA ? ONDULATÓRIA	7.586
0131P18133103IL	FÍSICA: ELETROMAGNETISMO ? FÍSICA MODERNA	426.283
0131P18133103IM	FÍSICA: ELETROMAGNETISMO ? FÍSICA MODERNA	6.744
0167P18133101IL	FÍSICA EM CONTEXTOS 1	154.534
0167P18133101IM	FÍSICA EM CONTEXTOS 1	2.116
0167P18133102IL	FÍSICA EM CONTEXTOS 2	121.947
0167P18133102IM	FÍSICA EM CONTEXTOS 2	1.764
0167P18133103IL	FÍSICA EM CONTEXTOS 3	107.852
0167P18133103IM	FÍSICA EM CONTEXTOS 3	1.618
0188P18133101IL	MECÂNICA	217.217
0188P18133101IM	MECÂNICA	3.104
0188P18133102IL	TERMOFÍSICA, ÓPTICA, ONDAS	170.406
0188P18133102IM	TERMOFÍSICA, ÓPTICA, ONDAS	2.637
0188P18133103IL	ELETROMAGNETISMO, FÍSICA MODERNA	152.128
0188P18133103IM	ELETROMAGNETISMO, FÍSICA MODERNA	2.467
0200P18133101IL	ESTUDO DOS MOVIMENTOS - LEIS DE NEWTON - LEIS DA CONSERVAÇÃO	266.765
0200P18133101IM	ESTUDO DOS MOVIMENTOS - LEIS DE NEWTON - LEIS DA CONSERVAÇÃO	3.761
0200P18133102IL	ESTUDO DO CALOR - ÓPTICA GEOMÉTRICA - FENÔMENOS ONDULATÓRIOS	210.403
0200P18133102IM	ESTUDO DO CALOR - ÓPTICA GEOMÉTRICA - FENÔMENOS ONDULATÓRIOS	3.186
0200P18133103IL	ELETRICIDADE - FÍSICA DO SÉCULO XXI	191.570
0200P18133103IM	ELETRICIDADE - FÍSICA DO SÉCULO XXI	3.029
0021P18133101IL	FÍSICA - MECÂNICA - VOLUME 1	92.434
0021P18133101IM	FÍSICA - MECÂNICA - VOLUME 1	1.306
0021P18133102IL	FÍSICA - FÍSICA TÉRMICA - ONDAS - ÓPTICA - VOLUME 2	72.632
0021P18133102IM	FÍSICA - FÍSICA TÉRMICA - ONDAS - ÓPTICA - VOLUME 2	1.088
0021P18133103IL	FÍSICA - ELETROMAGNETISMO - FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	65.870
0021P18133103IM	FÍSICA - ELETROMAGNETISMO - FÍSICA MODERNA - VOLUME 3	1.022
		7.569.360

ANEXO 4 – CONSULTA e-SIC: CRITÉRIOS PARA IES ATUAREM COMO AVALIADORAS NO PNLD 2012

Dados do Pedido

Protocolo	23480026510201894
Solicitante	000372
Data de Abertura	18/11/2018 19:08
Orgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Orgão Vinculado Destinatário	
Prazo de Atendimento	10/12/2018
Situação	Respondido
Status da Situação	Acesso Concedido (Resposta solicitada inserida no e-SIC)
Forma de Recebimento da Resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo	PNLD 2012 - Edital e Quantidade de IES inscritas para coordenar avaliação pedagógica
Detalhamento	Solicito acesso ao edital (chamada pública, portaria, etc) que convocou IES para atuar como coordenadoras da avaliação pedagógica do PNLD 2012, bem como a quantidade de IES inscrita por componente curricular. Grato.

Dados da Resposta

Data de Resposta	04/12/2018 14:20
Tipo de Resposta	Acesso Concedido
Classificação do Tipo de Resposta	Resposta solicitada inserida no e-SIC

Resposta

Prezado (a) Senhor (a),

Em atenção ao seu pedido, informamos que não possuímos edital PNLD 2012 pois as instituições de Ensino Superior eram convidadas a participar da coordenação de avaliação pedagógica, tendo em vista a produção acadêmica desenvolvida nas áreas de pesquisa, ensino e extensão.

Em anexo, encaminhamos tabela com as instituições de Educação Superior que fizeram parte do PNLD 2012 contendo os respectivos componentes que avaliaram.

Atenciosamente,

Chefe de Gabinete

Secretaria de Educação Básica

Ministério da Educação

Responsável pela Resposta Chefe de Gabinete da Secretaria de Educação Básica
Destinatário do Recurso de Secretário da Secretaria de Educação Básica
Primeira Instância:
Prazo Limite para Recurso 14/12/2018

IFES	componentes
UFSCar	Biologia
UFSCar	Física
UFOP	Química
UFPE	Matemática
UFPE	Língua Portuguesa
UFF	Língua Estrangeira - Espanhol
UFF	Língua Estrangeira - Inglês
UFPR	Geografia
UFSC	História
UFSCar	Filosofia
UFRJ	Sociologia

Classificação do Pedido

Categoria do Pedido Educação
Subcategoria do Pedido Educação básica
Número de Perguntas 1

Histórico do Pedido

Data do evento	Descrição do evento	Responsável
18/11/2018 19:08	Pedido Registrado para para o Órgão MEC – Ministério da Educação	SOLICITANTE
19/11/2018 08:21	Pedido Reencaminhado para para o Órgão FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação	MEC – Ministério da Educação
19/11/2018 10:41	Pedido Reencaminhado para para o Órgão MEC – Ministério da Educação	MEC – Ministério da Educação/FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
04/12/2018 14:20	Pedido Respondido	MEC – Ministério da Educação
10/12/2018 08:36	Recurso de 1a. instância registrado	SOLICITANTE

11/12/2018 12:45	Recurso de 1a. instância respondido	MEC – Ministério da Educação
------------------	-------------------------------------	------------------------------

Dados do Recurso de 1ª Instância

Órgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Órgão Vinculado Destinatário	
Data de Abertura	10/12/2018 08:36
Prazo de Atendimento	17/12/2018
Tipo de Recurso	Informação incompleta

Justificativa

A informação apresentada não permite compreender como se deu a seleção das IES responsáveis pela avaliação pedagógica. O anexo IV da Chamada Pública 42/2016 apresenta quantidades de IES inscritas. Como se deu a convocação e seleção?

Resposta ao Recurso de 1ª Instância

Data da Resposta	11/12/2018 12:45
Prazo para Disponibilizar Informação	-
Tipo Resposta	Indeferido

Justificativa

Prezado (a) Senhor (a),

Cumprimentando-o (a) cordialmente comunicamos o indeferimento do recurso interposto, considerando que não houve negativa de acesso a informações produzidas ou custodiadas por este Ministério, requisito para interposição de recurso nos termos do art. 15 da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011 - Lei de Acesso à Informação.

Reafirmamos que o Ministério da Educação convidava diretamente as instituições de Ensino Superior a participarem da coordenação da fase de avaliação pedagógica, conforme modelo anexo, ofício convite enviado as universidades.

Atenciosamente,

Secretária de Educação Básica

Ministério da Educação

Responsável pela Resposta	Secretária de Educação Básica
Destinatário do Recurso de 2ª Instância	Ministro de Estado da Educação
Prazo Limite para Recurso	21/12/2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA
 Esplanada dos Ministérios Bloco L, 5º andar sala 500/Brasília/DF-Cep-70.047-900

Ofício n.º 1943 SEB/MEC

Brasília/DF, 08 de outubro de 2013.

A Sua Magnificência o Senhor
Profº Targino de Araujo Filho
 Reitor da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
 Via Washington Luiz, km 235 - caixa postal 676
 CEP: 13.565-905 - São Carlos/SP
 reitoria@ufscar.br

Assunto: Avaliação de obras didáticas. PNLD/2015.

Magnífico Reitor,

O Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Básica – SEB, realizará a avaliação pedagógica das obras didáticas inscritas no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2015, nas várias áreas que compõem o currículo do ensino médio.

As obras aprovadas nesse processo serão escolhidas pelas escolas e distribuídas a todos os alunos matriculados em escolas públicas do ensino médio. Isso representa um total de, aproximadamente, 19.279 escolas e 7.310.689 alunos atendidos, o que evidencia a relevância desse Programa para a melhoria da educação básica.

Tendo em vista a produção acadêmica desenvolvida pela Universidade Federal de São Carlos nas áreas de pesquisa, ensino e extensão, esta Secretaria, responsável pela coordenação do processo, tem a honra de convidar essa Instituição, na pessoa do Professor Dr. José Eduardo Marques Baioni, para realizar a avaliação de obras didáticas de Filosofia inscritas no PNLD/2015.

Encaminhamos, em anexo, para conhecimento, cópia do edital do PNLD/2015, do Decreto nº 7.084/2010 e o Documento Orientador que contem informações sobre a avaliação e as condições de participação das universidades públicas nesse processo.

Certos de podermos contar com a participação dessa renomada Universidade, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

ROMEU WELITON CAPUTO
 Secretário de Educação Básica

ANEXO 5 – CONSULTA e-SIC: CRITÉRIOS PARA IES ATUAREM COMO AVALIADORAS NO PNLD 2015

Dados do Pedido

Protocolo	23480026509201860
Solicitante	000372
Data de Abertura	18/11/2018 19:07
Orgão Superior Destinatário	MEC – Ministério da Educação
Orgão Vinculado Destinatário	
Prazo de Atendimento	10/12/2018
Situação	Respondido
Status da Situação	Acesso Concedido (Resposta solicitada inserida no e-SIC)
Forma de Recebimento da Resposta	Pelo sistema (com avisos por email)
Resumo	PNLD 2015 - Edital e Quantidade de IES inscritas para coordenar avaliação pedagógica
Detalhamento	Solicito acesso ao edital (chamada pública, portaria, etc) que convocou IES para atuar como coordenadoras da avaliação pedagógica do PNLD 2015, bem como a quantidade de IES inscrita por componente curricular. Grato.

Dados da Resposta

Data de Resposta	04/12/2018 14:25
Tipo de Resposta	Acesso Concedido
Classificação do Tipo de Resposta	Resposta solicitada inserida no e-SIC
Resposta	<p>Prezado (a) Senhor (a),</p> <p>Em atenção ao seu pedido, informamos que não possuímos edital PNLD 2015 pois as instituições de Ensino Superior eram convidadas a participar da coordenação de avaliação pedagógica, tendo em vista a produção acadêmica desenvolvida nas áreas de pesquisa, ensino e extensão.</p> <p>Em anexo, encaminhamos tabela com as instituições de Educação Superior que fizeram parte do PNLD 2015 contendo os respectivos componentes que avaliaram.</p> <p>Atenciosamente,</p> <p>Chefe de Gabinete</p> <p>Secretaria de Educação Básica</p> <p>Ministério da Educação</p>
Responsável pela Resposta	Chefe de Gabinete da Secretaria de Educação Básica

Destinatário do Recurso de Primeira Instância: Secretário de Educação Básica
 Prazo Limite para Recurso 14/12/2018

IFES	componentes
UFPE	Matemática
UFF	LEM
UFRN	História
UFPR	Geografia
UFPR	Sociologia
UFSCar	Filosofia
UFABC	Química
UFSCar	Física
UFG	Biologia
UFMG	LP

Classificação do Pedido

Categoria do Pedido Educação
 Subcategoria do Pedido Educação básica
 Número de Perguntas 1

Histórico do Pedido

Data do evento	Descrição do evento	Responsável
18/11/2018 19:07	Pedido Registrado para para o Órgão MEC – Ministério da Educação	SOLICITANTE
04/12/2018 14:25	Pedido Respondido	MEC – Ministério da Educação
10/12/2018 08:34	Recurso de 1a. instância registrado	SOLICITANTE
12/12/2018 17:13	Recurso de 1a. instância respondido	MEC – Ministério da Educação

Dados do Recurso de 1ª Instância

Órgão Superior Destinatário MEC – Ministério da Educação
 Órgão Vinculado Destinatário
 Data de Abertura 10/12/2018 08:34
 Prazo de Atendimento 17/12/2018
 Tipo de Recurso Informação incompleta

Justificativa

A informação apresentada não permite compreender como se deu a seleção das IES responsáveis pela avaliação pedagógica. O anexo IV da Chamada Pública 42/2016 apresenta quantidades de IES inscritas. Como se deu a convocação e seleção?

Resposta ao Recurso de 1ª Instância

Data da Resposta 12/12/2018 17:13

Prazo para Disponibilizar Informação -

Tipo Resposta Indeferido

Justificativa

Prezado (a) Senhor (a),

Cumprimentando-o (a) cordialmente comunicamos o indeferimento do recurso interposto, considerando que não houve negativa de acesso a documentos produzidos ou custodiados pelo Ministério da Educação, requisito para interposição de recurso nos termos do art. 15 da Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011.

Reafirmamos que o Ministério da Educação convidava diretamente as Instituições de Ensino Superior a participarem da coordenação da fase de avaliação pedagógica, conforme modelo anexo, ofício convite enviado às universidades, inexistindo processo de seleção e convocação daquelas instituições.

Atenciosamente,

Secretária de Educação Básica

Ministério da Educação

Responsável pela Resposta Secretária de Educação Básica

Destinatário do Recurso de 2ª Instância Ministro de Estado da Educação

Prazo Limite para Recurso 26/12/2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA
Esplanada dos Ministérios Bloco L, 5º andar sala 500/Brasília/DF-Cep-70.047-900

Ofício n.º 1943 SEB/MEC

Brasília/DF, 08 de outubro de 2013.

A Sua Magnificência o Senhor
Profº Targino de Araujo Filho
Reitor da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
Via Washington Luiz, km 235 - caixa postal 676
CEP: 13.565-905 - São Carlos/SP
reitoria@ufscar.br

Assunto: Avaliação de obras didáticas. PNLD/2015.

Magnífico Reitor,

O Ministério da Educação, por intermédio da Secretaria de Educação Básica – SEB, realizará a avaliação pedagógica das obras didáticas inscritas no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2015, nas várias áreas que compõem o currículo do ensino médio.

As obras aprovadas nesse processo serão escolhidas pelas escolas e distribuídas a todos os alunos matriculados em escolas públicas do ensino médio. Isso representa um total de, aproximadamente, 19.279 escolas e 7.310.689 alunos atendidos, o que evidencia a relevância desse Programa para a melhoria da educação básica.

Tendo em vista a produção acadêmica desenvolvida pela Universidade Federal de São Carlos nas áreas de pesquisa, ensino e extensão, esta Secretaria, responsável pela coordenação do processo, tem a honra de convidar essa Instituição, na pessoa do Professor Dr. José Eduardo Marques Baioni, para realizar a avaliação de obras didáticas de Filosofia inscritas no PNLD/2015.

Encaminhamos, em anexo, para conhecimento, cópia do edital do PNLD/2015, do Decreto nº 7.084/2010 e o Documento Orientador que contem informações sobre a avaliação e as condições de participação das universidades públicas nesse processo.

Certos de podermos contar com a participação dessa renomada Universidade, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

ROMEU WELITON CAPUTO
Secretário de Educação Básica