

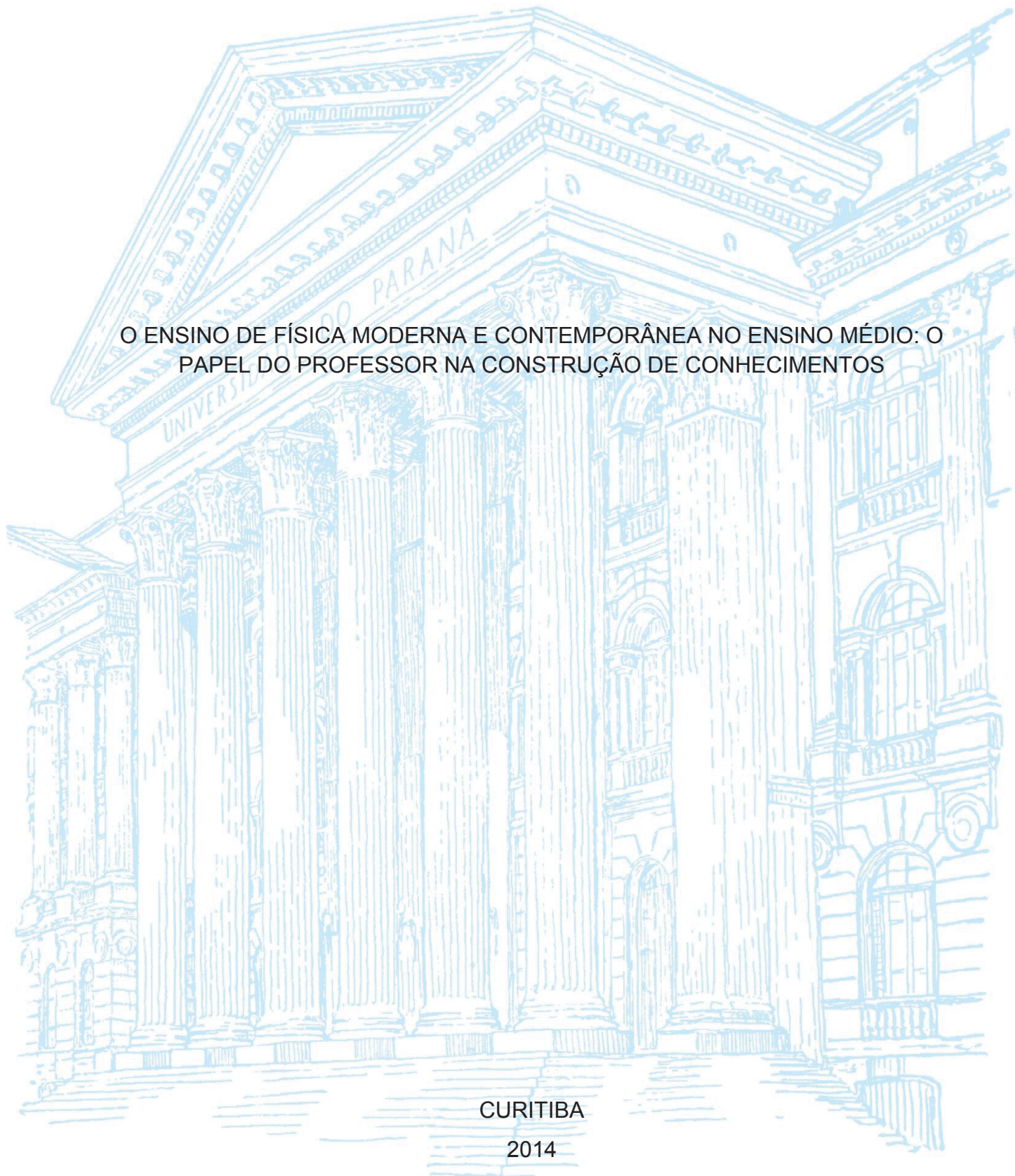
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WAGNER MANÇO DA LUZ

O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: O
PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS

CURITIBA

2014



WAGNER MANÇO DA LUZ

O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: O
PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Educação, pelo programa de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Ivanilda Higa

CURITIBA

2014

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)

Luz, Wagner Manço da.

O ensino da física moderna e contemporânea no ensino médio : o papel do professor na construção de conhecimentos / Wagner Manço da Luz. – Curitiba, 2014.

129 f.

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

Orientadora: Prof^a Dr^a Ivanilda Higa

1. Física – Estudo e ensino. 2. Ensino médio. 3. Professores de física. I. Título. II. Universidade Federal do Paraná.

CDD 372.357



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



CERTIDÃO

CERTIFICO ainda, que a Dissertação de **WAGNER MANÇO DA LUZ**, intitulada "**O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: O PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS**" foi aprovada em arguição pública pela Banca Examinadora composta pelas seguintes Professoras: DR^a IVANILDA HIGA (Presidenta), DR^a VALÉRIA SILVA DIAS, DR^a NOEMI SUTIL e DR^a TÂNIA MARIA FIGUEIREDO BRAGA GARCIA (Por Parecer) (Membros Titulares), as quais conferiram, respectivamente, os resultados abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
DR ^a IVANILDA HIGA		aprovado
DR ^a VALÉRIA SILVA DIAS		APROVADO
DR ^a NOEMI SUTIL		APROVADO
DR ^a TÂNIA MARIA FIGUEIREDO BRAGA GARCIA (Por Parecer)		aprovado

CERTIFICO, finalmente, que, diante do disposto no Regimento do Curso, os resultados acima referidos, obtidos pelo interessado nomeado, resultam na aprovação do mesmo como MESTRE EM EDUCAÇÃO.

Curitiba, 27 de março de 2014.

Prof^a Dr^a Monica Ribeiro da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação

Prof^a, Dra. Monica Ribeiro da Silva
Coordenadora do Programa de
Pós-Graduação em Educação
Matrícula: 125750

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em especial, à minha esposa, Renata, por toda ajuda e compreensão durante minha ausência, pelo incentivo em prosseguir sempre com os estudos, pelo apoio nas horas difíceis, pelas horas sem dormir e por suportar meus momentos de mau-humor.

Ao professor que permitiu a observação de suas aulas, contribuiu com os trâmites para ingresso na escola e sempre se mostrou muito solícito em todas as etapas da pesquisa.

À minha família, por todo incentivo, apoio financeiro e compreensão pela distância.

À minha professora e orientadora Ivanilda Higa, pelas contribuições para a minha formação desde a graduação e pelas discussões, correções e orientações que tornaram este trabalho possível.

À professora Tânia Braga, pela inspiração dada desde a graduação e por todas as contribuições para esta dissertação.

Às professoras Noemi Sutil, Odisséa Boaventura de Oliveira e Valéria da Silva Dias, pelas valiosas sugestões e correções deste trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR.

Ao professor Irineu Mazzaro, pelas contribuições em minha graduação e pelas incontáveis divagações sobre Física.

E, por fim, aos colegas de pós-graduação e do grupo de pesquisa pelas contribuições nas inúmeras reuniões que discutimos o projeto e dados desta dissertação.

Não é um juiz nem sequer uma testemunha; é um réu e um réu que acabamos por convencer do engano. O conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão.

Gastón Bachelard

RESUMO

O estudo apresentado possui características etnográficas, desenvolvido com base na observação de aulas em turmas do segundo e terceiro anos do Ensino Médio de uma escola pública estadual. Nosso objetivo consiste em compreender quais são as contribuições das práticas docentes de um professor desta escola para a construção do conhecimento sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio. Presenciamos o desenvolvimento de sequências didáticas com características inovadoras em relação ao ensino tradicional de Física, que demonstraram preocupação com a articulação entre os saberes da pesquisa, as orientações curriculares e as diversas instâncias que compõe a escola. Como referencial teórico para nossas análises, utilizamos os conceitos de cultura, cultura escolar e cultura da escola de Forquin (1993), as ideias de professor como intelectual transformador de Giroux (1997) e a Transposição Didática de Chevallard (1991). Realizamos uma revisão de literatura para evidenciar os papéis atribuídos aos professores de Física do Ensino Médio nas pesquisas em Educação, tendo como foco aquelas que apresentam a elaboração de propostas ou sequências didáticas que visem a abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea e que passaram pelo crivo da sala de aula. Entretanto, nessas pesquisas, o papel do professor vem sendo pouco evidenciado. Vale ressaltar que o intuito desta dissertação não é trazer um modelo a ser seguido, mas sim discutir sobre as condições estabelecidas na escola, pelo professor em questão, que permitiram o desenvolvimento do seu projeto diferenciado. Dessa forma, interpretamos que foi possível a construção de conhecimentos escolares com características originais, que não se restringem à relação entre professor e aluno, e incluem o conhecimento científico de origem da disciplina escolar e a articulação com a ciência presente nas pesquisas da área da Educação.

Palavras-chave: Construção de conhecimentos, Ensino de Física Moderna e Contemporânea, Professor como intelectual transformador, Cultura Escolar, Transposição Didática.

ABSTRACT

The present study has ethnographic characteristics, developed from the observation of lessons in classes of second and third years of High School in a public School. Our objective is to understand which the contributions of the teaching practices of a teacher of this school for the construction of knowledge about the teaching of Modern and Contemporary Physics in High School. We witness the development of didactic sequences with innovative features compared to the traditional physics teaching, which showed a concern with the relationship between knowledge of research, curriculum guidelines and the several instances that make school. As the theoretical framework for our analysis, we use the concepts of culture, school culture, and culture of the school of Forquin (1993), the teacher ideas as an intellectual transformer of Giroux (1997) and the Didactic Transposition of Chevallard (1991). We carried out a literature review to highlight the roles assigned to High School physics teachers in research in Education, focusing on those that present the elaboration of proposals or didactic sequences that aim to approach topics of Modern and Contemporary Physics and which passed through the screen of the classroom. However, in these researches, the role of the teacher has been little evidenced. It's noteworthy that the aim of this dissertation is not to bring a model to be followed, but to discuss the conditions established by the teacher in question that would allow the development of its project. This way, we understand that it was possible the construction of school knowledge with original features, which are not restricted to the relationships among teacher and student and includes the scientific knowledge of the origin of school discipline and interaction with this science presents in researches of education area.

Keywords: Construction of knowledge, Modern and Contemporary Physics Teaching, Teacher as intellectual transformer, Didactic Transposition, School Culture.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1:	BOIA NA SUPERFÍCIE DE UM LAGO E A VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS.....	93
FIGURA 2:	ESQUEMA DA MONTAGEM EXPERIMENTAL PARA ESTUDO DE ONDAS ESTACIONÁRIAS.....	99
FIGURA 3:	ONDAS ESTACIONÁRIAS EM UMA CORDA COM DUAS EXTREMIDADES FIXAS.....	99
FIGURA 4:	MODELOS ATÔMICOS.....	100
FIGURA 5:	ESQUEMA ELETRÔNICO DA EXPERIÊNCIA PARA “OUVIR” ONDAS ELETROMAGNÉTICAS.....	102
FIGURA 6:	SIMULADOR EFEITO FOTOELÉTRICO.....	105

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1:	TRABALHOS DE FMC AGRUPADOS EM CATEGORIAS E POR EDIÇÃO DOS EVENTOS.....	44
QUADRO 2:	CONTEÚDOS E SÉRIES DAS PROPOSTAS DESENVOLVIDAS EM SALA DE AULA.....	45
QUADRO 3:	PAPEL/LUGAR DO PROFESSOR DA ESCOLA.....	46
QUADRO 4:	FONTES OU SABERES DE REFERÊNCIAS PARA CONSTRUÇÃO DAS PROPOSTAS DIDÁTICAS.....	47
QUADRO 5:	NATUREZA DA LUZ E SUAS PROPRIEDADES NO CADERNO DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM.....	61
QUADRO 6:	NATUREZA DA LUZ E SUAS PROPRIEDADES NAS DIRETRIZES CURRICULARES ORIENTADORAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	62
QUADRO 7	SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO TERCEIRO ANO.....	84
QUADRO 8	EXERCÍCIOS SOBRE ONDAS.....	96
QUADRO 9	SEQUÊNCIA DIDÁTICA DO SEGUNDO ANO.....	110

LISTA DE SIGLAS

DCE	–	Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná
DEB	–	Departamento de Educação Básica
EM	–	Ensino Médio
ENPEC	–	Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências
EPEF	–	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FAI	–	Física Auto-Instrutiva
FC	–	Física Clássica
FMC	–	Física Moderna e Contemporânea
HAI	–	Hora Atividade Interativa
HPP	–	Harvard Project Physics
MEC	–	Ministério da Educação
NAS	–	Nuffield Advanced Science
NSTP	–	Nuffield Science Teaching Project
PBEF	–	Projeto Brasileiro de Ensino de Física
PCN	–	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM+	–	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PEF	–	Projeto de Ensino de Física
PIBID	–	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PNLD	–	Programa Nacional do Livro Didático
ProEMI	–	Programa Ensino Médio Inovador
PSSC	–	Physical Science Study Committee
TD	–	Transposição Didática
TDE	–	Transposição Didática Externa
TDI	–	Transposição Didática Interna

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	ESCOLA, CULTURA E A PRODUÇÃO DE SABERES ESCOLARES	18
1.1	ESCOLA E CULTURA.....	19
1.2	TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	22
1.2.1	REGRAS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	23
1.2.2	SOBREVIVÊNCIA DE SABERES ESCOLARES.....	25
1.2.3	CRÍTICAS À TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA.....	26
1.3	O PROFESSOR COMO INTELLECTUAL TRANSFORMADOR.....	28
1.4	O PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS.....	30
2	FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: CONTEXTUALIZAÇÃO E TENDÊNCIAS.....	37
2.1	AS PESQUISAS SOBRE O ENSINO DE FMC E O PAPEL DO PROFESSOR.....	40
2.1.1	TRABALHOS PUBLICADOS EM EVENTOS DE PESQUISA.....	40
2.1.2	TESES E DISSERTAÇÕES.....	51
3	NORTEADORES DO TRABALHO DOCENTE: ORIENTAÇÕES CURRICULARES E PROPOSTAS DE ENSINO.....	56
3.1	PCNEM+: ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS.....	57
3.2	DIRETRIZES CURRICULARES ORIENTADORAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO PARANÁ: FÍSICA.....	58
3.3	CADERNO DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM.....	59
3.4	PROPOSTAS DE ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO.....	62
4	METODOLOGIA DE PESQUISA E PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES.....	67
4.1	ESTUDOS ETNOGRÁFICOS.....	68
4.2	OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA.....	69
4.2.1	PRIMEIRAS OBSERVAÇÕES.....	71
4.2.2	GRUPOS A OBSERVAR.....	73
4.2.3	O QUE OBSERVAR?.....	74

4.3	ENTREVISTA.....	76
5	CONSTRUÇÃO DOS DADOS E ANÁLISES.....	78
5.1	O PROFESSOR.....	79
5.2	ELEMENTOS DA CULTURA DA ESCOLA E DA CULTURA DA FÍSICA DA ESCOLA.....	80
5.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: TERCEIRO ANO.....	83
5.3.1	ONDAS.....	90
5.3.2	MODELOS ATÔMICOS E EFEITO FOTOELÉTRICO.....	98
5.3.3	RECONSTRUÇÕES REALIZADAS.....	108
5.4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: SEGUNDO ANO.....	109
5.5	TRANSFORMAÇÕES E CONDIÇÕES ESTABELECIDAS NA ESCOLA.....	114
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	117
	REFERÊNCIAS	120
	APÊNDICES.....	128
	APÊNDICE 1: ORGANIZAÇÃO DA ENTREVISTA.....	128

INTRODUÇÃO

Há pouco mais de quatro anos, ainda como aluno do terceiro semestre do curso de licenciatura em Física, tive de pensar, pela primeira vez, sobre a possibilidade de ensinar tópicos de Física Moderna para alunos do Ensino Médio (EM). Estava ingressando num projeto de extensão da universidade e deveria desenvolver atividades para o estudo do efeito fotoelétrico.

Naquele momento, honestamente, não tinha ideia do que se tratava esse conceito, mas de pronto aceitei o desafio. À medida que fui aprofundando o estudo da temática, aprendendo o conceito e conhecendo suas justificativas de inserção no Ensino Médio nos trabalhos de ensino de Física, meu interesse foi estimulado.

Há uma espécie de divisão dos conceitos da Física que segue a cronologia de seu desenvolvimento. Para auxiliar essa visualização temporal, trazemos a organização proposta por Ostermann e Ricci (2002):

- Física Clássica (até o final do século XIX);
- Física Moderna (final do século XIX até 1940);
- Física Contemporânea (meados de 1940 até os tempos atuais).

Durante os três anos em que participei deste projeto, desenvolvi atividades com tópicos de Física Moderna e Contemporânea voltados ao Ensino Médio. Nas disciplinas de práticas ou metodologia de ensino, sempre que podia optar, tentava aprofundar estudos sobre o tema.

Algo que sempre me intrigou foi a recorrente justificativa pela inserção de tópicos de FMC no EM e incontáveis artigos apresentando argumentos a favor dos estudos mais recentes da Física, o que não correspondia ao que presenciei durante meus estudos na Educação Básica, nem condizia com os relatos que ouvia dos colegas de curso.

Por meio do aprofundamento da revisão bibliográfica, o recorte deste trabalho se tornou mais evidente. Descrevemos, de forma mais ampla, este estudo no capítulo 3, notando que o papel do professor era pouco evidenciado nesse processo. A partir do momento em que o pré-projeto se tornou um projeto de pesquisa, as preocupações e discussões passaram a ser coletivas para o grupo de pesquisa e, portanto, este trabalho passou a ser redigido em primeira pessoa do plural.

Um dos esforços neste trabalho constitui a busca pela compreensão de elementos que evidenciem o professor como alguém que constrói conhecimentos

escolares, uma vez que articula conhecimentos de diferentes esferas para consolidar o saber ensinado em sala de aula.

Os conteúdos da Física Clássica (FC), em geral, possuem alto grau de operacionalidade (atividades, exercícios e tarefas), ocupando maior espaço nos livros didáticos para o Ensino Médio e estão presentes na prática da grande maioria (se não todos) dos professores de Física nesse nível escolar.

Quando consideramos os conteúdos da FMC, a operacionalidade não parece estar tão bem definida quanto à da FC, e, embora existam inúmeras justificativas para sua inserção no EM, muitas vezes, esses tópicos não se estabelecem como integrantes da cultura escolar.

No âmbito das pesquisas de Educação em Ciências, há consenso de que é necessário que esses conteúdos sejam abordados no Ensino Médio (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2008; VALENTE et. al, 2008, JARDIM e GUERRA, 2011). Há um número bastante expressivo de trabalhos que propõem novos materiais didáticos e propostas de ensino, como os dos autores: Cavalcante e Tavolaro (2001), Karam (2005), Brockington, (2005), Cardoso (2011), Paiva (2009), Silva e Assis (2012), Ferreira (2013), Rocha (2013), entre muitos outros. De acordo com Maximiliano, Cardoso e Domingui (2013), todos os livros didáticos de Física do Ensino Médio indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático de 2012 trazem ao menos tópicos como Relatividade, Física Quântica e Astronomia. Documentos curriculares oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Paraná (DCE¹), que orientam o ensino de Física no EM, por sua vez, também apontam para a necessidade do ensino desses conteúdos. Então, a questão que se coloca, atualmente, é: por que a FMC ainda não faz parte do ensino de Física na maioria das escolas?

Há mais de 26 anos, Krasilchik (1987) já ponderava duas questões desse tipo:

Por que, na sala de aula, o ensino continua como sempre, e incoerente com as metas aceitas por consenso?

Se o problema não reside na diferença de concepções, qual a explicação para a discrepância entre o que se acredita e o que acontece? (p.2)

¹ Essa sigla não corresponde, exatamente, às letras iniciais da expressão, mas é a forma como está expressa em documentos oficiais do estado do Paraná, e também é assim mencionada por professores da rede estadual, como se significasse "Diretrizes Curriculares Estaduais".

Trabalhos como os de Sanches e Neves (2010), Silva e Cunha (2011), Mendes (2012) e Souza e Lawall (2011) chamam atenção ao fato de que as discussões sobre o ensino de FMC no EM não vêm sendo feitas de forma adequada na formação inicial, enquanto outros, como o de Siqueira (2006), discutem a necessidade de divulgação desses estudos aos professores em formação continuada.

Notamos que há grande debate sobre os motivos do afastamento entre o que é visto nas pesquisas (não só dentro da temática aqui em discussão — o ensino de FMC no Ensino Médio) e o que de fato ocorre na sala de aula.

Em 2008, por exemplo, o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, o EPEF, tinha como temática geral “As pesquisas em ensino e a sala de aula: articulações necessárias”, evidenciando a preocupação dos pesquisadores com essa necessária articulação.

Por outro lado, por meio dos estudos iniciais que fizemos nos trabalhos de pesquisas que vêm sendo publicados nesse campo da abordagem da FMC no Ensino Médio, notamos certa invisibilidade daquele que consideramos um dos principais responsáveis por questão da renovação dos conteúdos no Ensino Médio, que é o professor da escola.

Também, por meio da revisão bibliográfica, notamos que os trabalhos de D’agostin (2008), Loch (2011) e Groch, (2011) indicam que há professores da Educação Básica que têm tentado, de alguma forma, ensinar os conteúdos de FMC em suas aulas de Física, mas essas iniciativas têm sido pouco evidenciadas pelo campo de pesquisa.

Isso nos levou a questionar se a própria orientação das pesquisas estaria se dando de forma afastada da sala de aula, e assim a falta de articulação já estaria de antemão sendo produzida por essa orientação.

É nesta linha que construímos então o nosso objeto de pesquisa, buscando compreender não porque os resultados das pesquisas não chegam à sala de aula, mas sim quais seriam as contribuições das práticas docentes na sala de aula para a construção do conhecimento sobre o ensino de FMC no Ensino Médio.

Temos, portanto, como questão geral do trabalho: de que forma os conhecimentos escolares construídos pelo professor no desenvolvimento de propostas didáticas inovadoras podem trazer contribuições ao ensino de Física?

Para responder a essa questão geral, formulamos perguntas que orientarão nossa investigação:

- Quais são os papéis dos professores na pesquisa em ensino de Física, em especial na construção de propostas didáticas com tópicos de FMC para o EM?
- De que forma o professor da escola básica inclui, em sua sequência didática, os conteúdos de FMC? Nesse processo, quais diferenças se apresentam em comparação ao ensino tradicional de Física?
- Em que fontes o professor se apoia para elaborar suas aulas de FMC?
- Quais condições são necessárias para que seja possível o desenvolvimento deste trabalho diferenciado na escola? De que forma o professor influi para instituir esse quadro?

Dessa forma, buscamos um professor que abordasse os tópicos de FMC no EM para tentarmos identificar as motivações que levam esse docente a escolher os tópicos que compõe seu planejamento, o tempo destinado a cada tema, as estratégias de ensino e os materiais utilizados para esse fim.

Assim, realizamos um estudo com moldes etnográficos, com observação de aulas desse professor que faz a inserção de conteúdos da FMC em suas aulas no Ensino Médio. As observações ocorreram ao longo de um semestre, sendo possível observar tanto conteúdos da FC quanto da FMC, buscando reconhecer as construções que foram sendo engendradas para que houvesse a abordagem desses tópicos.

No Capítulo 1, trazemos o conceito de cultura pautado em Forquin (1993), estabelecendo relações sobre a seleção dos saberes no interior da cultura (cultura escolar) e a transformação desses saberes com a Transposição Didática (TD) de Chevallard (1991). Apresentamos, ainda, reflexões sobre o papel do professor para a construção de conhecimentos.

No Capítulo 2, traçamos um breve panorama de como se iniciaram os estudos sobre as pesquisas desse tema já realizadas no Brasil, buscando uma caracterização de alguns estágios da produção dessa área. Apresentamos uma investigação que tentou identificar como o papel do professor vem sendo evidenciado nas pesquisas, em especial naquelas que são desenvolvidas em sala de aula.

No capítulo 3, analisamos orientações curriculares oficiais que dão subsídio e orientam o trabalho docente em sala de aula, buscando compreender suas diretrizes para a inserção de tópicos de FMC no EM. A respeito desse ponto, serão apresentadas algumas propostas sequências didáticas com temáticas semelhantes às abordadas pelo professor cujas aulas observamos.

No Capítulo 4, trazemos a apresentação de elementos teóricos da metodologia de pesquisa qualitativa utilizada neste trabalho, com uma breve discussão sobre o trabalho etnográfico e as primeiras aproximações com o campo empírico.

No Capítulo 5, apresentamos os dados e a análise dos dados construídos a partir das observações e entrevista, descrevendo uma sequência didática que consideramos inovadora e apresentando suas principais características, tecendo reflexões à luz dos referenciais teóricos dos capítulos anteriores.

Por fim, apresentamos nossas considerações sobre o trabalho e novas perspectivas de investigação neste campo.

1 ESCOLA, CULTURA E A PRODUÇÃO DE SABERES ESCOLARES

Para iniciar as discussões sobre as formas como ocorrem as construções dos saberes que são levados à escola e a construção de conhecimento na própria escola, indicaremos os referenciais teóricos que subsidiarão nossas interpretações.

Este trabalho tem como um de seus escopos entender a forma como o professor organiza, seleciona e constrói os conhecimentos levados à sala de aula. Para isso, buscamos em Forquin (1993) a compreensão da relação íntima existente entre escola e a seleção de elementos da cultura. Muitas são as interpretações que podem ser dadas à palavra cultura, de forma que mostraremos, no decorrer deste capítulo, a interpretação adotada, adiantando por ora que entendemos que a escola tem como um de seus papéis a transmissão de elementos da cultura, e estes, sempre que levados à escola, passam por processos de transformação, devido às diferenças sociais e históricas entre o meio em que são produzidos e o ambiente em que serão inseridos.

A discussão das formas de transformação dos elementos da cultura, que se constituem como saberes escolares, se dará com base no trabalho de Chevallard (1991) e o seu conceito de Transposição Didática. Sem ter a pretensão de fazer uma ampla discussão de como um conhecimento científico específico é transformado em um saber escolar, mas cientes de que essa transformação ocorre, buscaremos entender as construções que são necessárias para que novos elementos sejam incorporados ao corpo de saberes escolares.

A transformação dos conhecimentos ocorre em diversas esferas: cientistas da área em que o conhecimento foi produzido, produtores de materiais didáticos, e por diferentes sujeitos nas universidades, mas também podemos interpretar os professores como produtores de conhecimentos, tanto para transformação do saber sábio em saber escolar quanto para construção de conhecimentos por meio de sua prática.

Ao longo deste e dos próximos capítulos, fazemos uma reflexão sobre as formas de produção dos saberes da ciência e dos saberes escolares, que, mesmo tendo objetivos distintos, guardam relações entre si quando levados ao contexto da escola, e o professor possui papel importante na articulação entre estas duas esferas.

1.1 ESCOLA E CULTURA

Existem relações importantes entre escola e cultura, em especial no que se refere à seleção de conteúdos escolares e à mútua influência entre essas esferas. É a partir da cultura que selecionamos e construímos os objetivos e os saberes escolares.

A escola, por sua vez, além de ter o papel de transmissão, tem função de legitimação e construção de novos elementos culturais. Serão destacados alguns elementos dessa relação tomando como base o trabalho de Forquin (1993), que argumenta:

incontestavelmente, existe, entre educação e cultura, uma relação íntima e orgânica. Quer se tome a palavra “educação” no sentido amplo, de formação e socialização do indivíduo, quer se restrinja unicamente ao domínio escolar, é necessário reconhecer que, se toda a educação é sempre educação de alguém, por alguém, ela supõe também, necessariamente a comunicação, a transmissão, a aquisição de alguma coisa: conhecimentos, competências, crenças, hábitos, valores, que constituem o que se chama precisamente de “conteúdo” da educação. Devido ao fato de que este conteúdo parece irreduzível ao que há de particular e contingente na experiência subjetiva ou intersubjetiva imediata, constituindo, antes, a moldura, o suporte e a forma de toda experiência individual possível, devido, então, a que este conteúdo que se transmite na educação é sempre alguma coisa que nos precede, nos ultrapassa, nos institui enquanto sujeitos humanos, pode-se perfeitamente dar-lhe o nome de cultura. (p. 10).

Forquin (1993) atribui ao conteúdo da educação o nome de cultura, mas não considera que todo o conhecimento produzido pela humanidade seja conteúdo da educação. Há processos de seleção e reinterpretação de elementos particulares da cultura antes que estes passem a figurar como conteúdos escolares.

Ao pensar em uma seleção no interior da cultura, torna-se necessário compreender quais são os fatores que fazem com que determinados conteúdos sejam considerados legítimos, pertinentes e possuidores de um valor cultural que justifique sua inserção no currículo escolar.

Nesse mesmo sentido, a **tradição seletiva**, segundo Williams (2003), discorre que há a sobrevivência de aspectos da cultura do passado integrada na cultura atual, enquanto uma boa parte da cultura produzida em dado momento acaba sendo esquecida de forma definitiva. Essa seleção é resultado de todos os tipos de processos sociais, sujeita a conflitos de interesses e relações de força. Trata-se da seleção cultural de forma ampla, sem haver uma restrição ao âmbito escolar, reforçando ainda mais a existência de uma íntima ligação entre cultura e escola.

Além da seleção, observa-se que há uma reinterpretação da cultura, o que é apresentado como conteúdo da educação não é uma réplica idêntica de modelos desenvolvidos nos estudos científicos, o trabalho do cientista não está submetido aos mesmos ritos da escola (tarefas, avaliações etc.), nem tão pouco apresenta os mesmos objetivos de estudo. Ampliaremos o debate sobre os processos de transformação e reinterpretação dos saberes na próxima seção, em que discutimos o conceito de Transposição Didática de Chevallard (1991), mas, para compreender esses processos, precisamos conhecer melhor as características específicas da escola.

Apresentaremos, a seguir, os conceitos de **cultura escolar** e **cultura da escola**, que nos ajudam a entender o cenário escolar.

Forquin (1993) apresenta o conceito de **cultura escolar**, atribuindo a esta dinâmica própria que vai além dos limites da escola, e que inclui um conjunto de conteúdos cognitivos e simbólicos, que passam por processos de seleção, organização e normatização para compor o que é objeto da transmissão no contexto da escola. Forquin (2000) esclarece que, embora a cultura escolar possa ser considerada geral, não representa um amontado de tudo; é responsável pelo “acesso a conhecimentos e a competências estruturalmente fundamentados, isto é, capazes de servir de base ou de fundamento a todos os tipos de aquisições cognitivas “cumulativas” (p.58).

O conceito de **cultura da escola** é proposto por Forquin, relacionando a esta a percepção da escola como um espaço social, com “seus ritmos e seus ritos, sua linguagem, seu imaginário, seus modos próprios de regulação e de transgressão, seu regime próprio de produção e de gestão de símbolos” (1993, p. 167). A respeito desse conceito, encontramos as singularidades de cada escola, as características específicas desses espaços de ensino. Aqui encontramos articulações entre a cultura escolar e aspectos específicos do contexto social e político específico de onde a escola está localizada, além das subjetividades que atuam naquele local.

O professor, imerso na cultura da escola, representa um papel importante na compreensão das seleções no interior da cultura, pois possui conhecimento do cotidiano escolar, está em contato com normas e orientações pedagógicas, atua diretamente com elementos da cultura escolar e está sujeito a múltiplas influências para além do âmbito da escola.

Ao realizar o planejamento de seu trabalho, o docente considera as características da cultura da escola e se depara com o questionamento de como determinar os *saberes a ensinar* mais relevantes, que estejam em consonância com a sociedade em que a escola está imersa, tendo que articular as interpretações do conhecimento científico com as diferentes metodologias e objetivos do ensino.

Dentre as inúmeras seleções possíveis, o professor pode conceber os tópicos da Física Moderna e Contemporânea como recortes da cultura, as consequências dos estudos mais recentes da Física, certamente, nos precedem e nos ultrapassam à medida que determinaram mudanças profundas na forma como nos comunicamos e vivemos em sociedade.

Acreditamos que a presença da FMC na cultura escolar pode trazer contribuições para os sujeitos que estão presentes na escola. Para os alunos, mais do que a soma de novos tópicos à disciplina de Física, os estudos realizados a partir do final do século XIX permitem compreensão mais completa da ciência e do próprio mundo em que vivemos. Para os professores, há a motivação por estudos mais contextualizados e o desafio pela necessidade de inovação, já que esses tópicos não estão presentes entre aqueles hegemônicos no ensino de Física do Ensino Médio.

Enquanto este trabalho se constituía apenas como um pré-projeto, a questão da Física Moderna e Contemporânea era tomada como certeza de encontrar inovação curricular e construções efetuadas pelo professor para abordar esses tópicos. À medida que avançamos no aprofundamento dos referenciais teóricos e tivemos contato com os dados empíricos (revisão bibliográfica e observações das aulas), notamos que não é discussão sobre a “inserção do ensino de” que possibilita contextualização, construções docentes e inovação. Nesta pesquisa mostraremos construções que não ficaram apenas no contexto da Física Moderna e se estenderam para toda a prática docente observada.

Traremos, na próxima seção, de uma discussão sobre a Transposição Didática e a transformação de saberes da Ciência em saberes a ensinar, juntamente a características que permitem compreender a sobrevivência desses saberes na escola.

1.2 TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Argumentamos, na seção anterior, sobre a reinterpretação e reelaboração que ocorre quando elementos da cultura são selecionados para compor os conteúdos da educação. Utilizaremos noções do trabalho de Chevallard (1991) para subsidiar a discussão das formas como ocorrem as transformações de conhecimentos científicos em saberes escolares. Sem trazer uma discussão extensa sobre o assunto, apontaremos características-chave da Transposição Didática, refletindo sobre possibilidades e limitações desse conceito.

Para Chevallard, o conceito de Transposição Didática pode ser compreendido como o trabalho de transformar um determinado conteúdo de *saber* em um objeto de ensino, adaptando-o para o espaço escolar.

O saber pode ser dividido em três níveis: *saber sábio*, *saber a ensinar* e *saber ensinado*, explicitados a seguir:

O *saber sábio* (ou saber/conhecimento científico) é aquele produzido pela ciência de origem da disciplina escolar, também denominados saberes de referência. Seu espaço de produção são as universidades e os laboratórios de pesquisa.

O *saber a ensinar* é o saber que se constitui como objeto de ensino, selecionado como conteúdo da educação, a partir da transformação do saber sábio, passando a figurar nos livros didáticos, programas e orientações curriculares. Pode-se relacionar a esse nível do saber ao que apresentamos como *cultura escolar* por Forquin (1993), fruto de uma seleção no interior da cultura, tomado aqui como uma seleção no saber sábio. Para Alves Filho, a definição do que passará a compor o saber a ensinar se dá por diferentes grupos e é feita predominantemente por:

(1) os autores (sejam dos livros textos ou manuais didáticos); (2) os especialistas da disciplina ou matéria e técnicos governamentais; (3) os professores (não cientistas) e (4) a opinião pública em geral, através do poder político, que influencia de algum modo o processo de transformação do saber. Os cientistas e intelectuais, mesmo não pertencendo a esta esfera de poder, também influenciam de maneira indireta, mas significativa, as decisões relativas ao “saber” que será processado e transformado. (2000, p. 225 -226)

O *saber ensinado* é aquele que chega a sala de aula, que chega ao aluno. Este seria o nível de saber no qual o professor apresenta maior grau de atuação, ainda que não seja o único responsável, uma vez que a organização escolar não se dá de forma individual.

Para Chevallard (1991), a Transposição Didática se dá em duas etapas, a primeira é a Transposição Didática Externa (TDE) ou *stricto sensu*, correspondente à transformação do saber sábio em saber a ensinar, e a segunda etapa é a Transposição Didática Interna (TDI) ou *lato sensu*, que se dá na transformação do saber a ensinar em saber ensinado, conforme exposto no esquema a seguir:

Objeto do saber → Objeto a ensinar → Objeto ensinado (Chevallard, 1991, p. 46)

A Transposição Didática Externa representa o conjunto de transformações do conhecimento científico antes de chegar à escola, operada, principalmente, pelos produtores de materiais didáticos e organizadores do currículo formal. Por sua vez, a Transposição Didática Interna corresponde às construções que permitem que os saberes a ensinar cheguem à sala de aula. Acreditamos que o professor atua de forma mais intensa na TDI, mas sua formação pode dar subsídio para discutir as transformações da TDE.

O trabalho de Chevallard apresenta os fundamentos da Transposição Didática sem fazer uma análise profunda da forma como o professor atua nos processos de transposição. Mas, com base em sua obra, outros autores como Astolfi (2002), Alves-Filho (2000), Brockington e Pietrocola (2005) e Siqueira e Pietrocola (2006) apresentam sistematizações, que permitem entender os processos que levam os saberes a ensinar a permanecerem como integrantes da cultura escolar.

Discutiremos a seguir algumas dessas sistematizações, somando as nossas próprias interpretações do trabalho de Chevallard, pensando a Transposição Didática como um processo que permeia a construção dos saberes escolares.

1.2.1 REGRAS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Apresentamos nesta seção a sistematização que Astolfi (2002) faz do trabalho de Chevallard. Esse autor propõe cinco regras para a Transposição Didática, com base nas quais é possível entender seus objetivos e dar características básicas aos saberes que permanecem na escola.

Não podemos deixar de explicitar o descontentamento que temos com a palavra *regra* que permite a interpretação de modelo, norma, método, ou um padrão comum. Apresentamos em seções posteriores nossas interpretações a respeito do

caráter prescritivo e normativo que esteve presente em reformas curriculares e na Pesquisa em Educação. Ainda que preocupados com a escolha do uso da palavra regra para designar as interpretações do autor, consideramos que a leitura realizada por Astolfi (2002) auxilia a compreensão do conceito. Compreendemos essas regras mais no sentido de características básicas e não obrigatórias dos saberes a ensinar do que normas a serem seguidas. Apresentamos, a seguir, uma lista com as cinco regras propostas e na sequência abrimos as explicações sobre cada uma delas:

1. Modernizar o saber escolar.
2. Atualizar o saber escolar.
3. Articular o saber novo com o antigo.
4. Transformar um saber em exercícios e problemas.
5. Tornar um conceito mais compreensível.

Modernizar o saber escolar: diz respeito à necessidade de incluir tópicos mais recentes da ciência entre aqueles dos saberes a ensinar. Podemos entender essa regra como uma tentativa de aproximar do contexto escolar as contribuições científicas mais recentes. Entendemos que essa modernização na escola auxilia os alunos na compreensão da sociedade em que vivemos, já que os estudos da ciência contemporânea fazem parte da cultura e têm influência sobre o desenvolvimento tecnológico, político e econômico.

Atualizar o saber escolar: além de inserir novos objetos de ensino, é preciso remover os saberes que se tornaram consensuais, ou até mesmo banais para a sociedade atual, permitir novas interpretações de conceitos e remover dos programas de ensino tópicos que passaram a dispensar o formalismo escolar.

Articular o saber novo com o antigo: “a introdução de elementos novos não pode negar ou refutar radicalmente os conteúdos antigos, isto se estes últimos ainda permanecerem nos livros textos” (ALVES FILHO, 2000, p. 237), ou seja, um novo conhecimento não descarta totalmente o antigo, para a compreensão de um novo conceito, às vezes, é necessário entender aspectos presentes nos estudos anteriores, implicando uma reorganização desses elementos, permitindo a compreensão de limites de uma teoria anterior.

Transformar um saber em exercícios e problemas: essa regra diz respeito à capacidade que um saber tem de se tornar *operacional*. Conforme abordamos na

seção anterior, o ambiente escolar exige a presença de atividades, exercícios, típicos da cultura escolar.

Tornar um conceito mais compreensível: um conceito da ciência, às vezes, é descrito por meio de equações diferenciais ou requer a compreensão de símbolos e linguagens que não são compatíveis com o nível escolar. Um saber que vai à escola precisa ser passível de explicação compatível com o grau de escolarização dos alunos. Por essa razão, é necessário que os saberes a ensinar possuam construções de objetos de ensino que superem as barreiras matemáticas e introduzam noções que seriam “pré-requisito” para o estudo de fenômenos mais complexos.

Uma vez que um saber científico passe a compor o quadro dos conceitos que fazem parte do que pode ser ensinado na escola, deve apresentar algumas características básicas para que permaneça como um saber a ensinar. Ampliaremos a discussão sobre esses aspectos na próxima seção, apresentando elementos comuns para a sobrevivência desses saberes a ensinar.

1.2.2 SOBREVIVÊNCIA DE SABERES A ENSINAR

Brockington e Pietrocola (2005) e Siqueira e Pietrocola (2006), com base no trabalho de Chevallard, afirmam que, para um saber permanecer entre aqueles que são designados como saberes a ensinar, é necessário que algumas características estejam presentes. As características destacadas por esses autores são:

O saber deve ser *consensual*: não deve haver dúvidas perante a comunidade científica, acadêmica e pela sociedade de que aquele conhecimento é considerado válido. Às vezes, essa característica pode ser considerada uma dificuldade para a abordagem de descobertas recentes da ciência, mas, no caso específico da Física Moderna e Contemporânea, são muitos os recortes em que se apresentam esses saberes como consensuais, seja no âmbito da comunidade de pesquisadores, seja na legislação ou entre profissionais de ensino.

O saber deve possuir *atualidade moral e atualidade biológica*. A atualidade moral está ligada à aceitação da sociedade em sentido amplo, ainda que determinado saber não tenha desacordo com sua ciência de referência, pode ser considerado obsoleto ou banalizado perante a sociedade e esse desgaste faz com que o saber deixe de constar nos programas de ensino. A atualidade biológica, por

sua vez, se refere ao descompasso entre a ciência de origem e o saber escolar, um saber que não tenha atualidade biológica se encontra “distante demais do saber sábio” (CHEVALLARD, 1991, p.30, tradução nossa), isto é, um saber que não possui atualidade biológica foi tão transformado que não guardaria relações mínimas com o saber científico original, podendo até mesmo contradizê-lo.

O saber tem de ser *operacional*, ou seja, capaz de gerar atividades típicas da cultura da escola, adequar-se às rotinas escolares, deve ser possível se construírem exercícios, tarefas e atividades de avaliação. “Saberes que não apresentam nenhum tipo de atividade que possa levar a uma avaliação de seu aprendizado estão fadados a não permanecer na escola” (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006, p. 6).

Para que a Transposição Didática ocorra, é necessário que haja *criações didáticas*, que não são características da ciência, mas guardam alguma relação com esta, e possuem identidade própria no contexto escolar. Podemos citar como criações didáticas os exercícios e situações problema, simulações computacionais, debates e discussões sobre um tema científico. Chevallard, no entanto, alerta para a necessidade de haver uma *vigilância epistemológica*, a fim de evitar distorções entre o objeto do saber e o objeto ensinado.

O saber tem de possuir, ainda, característica *terapêutica*: um conhecimento científico, designado como saber a ensinar, deve ser capaz de se consolidar como inerente ao programa de ensino, às sequências ou propostas didáticas que devem ser levadas à sala de aula. Uma vez apresentando o conjunto das características de sobrevivência dos saberes, citadas acima, passam a integrar a prática docente.

1.2.3 CRÍTICAS À TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Em nosso trabalho, utilizamos as noções da Transposição Didática, cientes de que o espaço de produção da ciência de origem difere do espaço escolar e, por esse fato, ocorrem transformações no saber sábio quando se constitui em um saber a ensinar, fato levado em consideração por Chevallard (1991) que recomenda o exercício da *vigilância epistemológica* a fim de evitar deformações que descaracterizem o saber de origem. Nesse sentido, Cordeiro e Peduzzi (2013) destacam que a Transposição Didática Externa:

acaba modificando também certas características epistemológicas; com a ressincretização, outros aspectos serão atribuídos ao conhecimento científico. Um efeito secundário da Transposição Didática Externa, então, é

o de propagar uma imagem da natureza da ciência e do trabalho científico que muito provavelmente não corresponde à maneira como aquele conhecimento foi concebido (2013, p. 2).

Como forma de contornar a despersonalização dos conhecimentos científicos, Cordeiro e Peduzzi (2013) defendem a inserção de tópicos de história e filosofia da ciência ao invés de uma abordagem que privilegie, apenas, os conteúdos.

Notadamente, o termo transposição pode levar a uma interpretação de transferência, transporte de um local a outro. Uma das críticas ao conceito de transposição é feita por Lopes (1996), indicando que o termo Transposição Didática é ambíguo e que tende a significar apenas reprodução de saberes. Como forma de superar esse obstáculo, a autora propõe a *Mediação Didática* como termo mais adequado para o processo de reconstrução dos saberes científicos na escola.

No entanto, Leite (2004) argumenta que, ao longo de sua obra, Chevallard

buscou esclarecer acerca da origem da escolha da palavra “transposição” para nomear o processo em questão, referindo-se ao sentido musical do termo, que designaria a passagem de formas melódicas de um tom para outro, ou seja, um processo de “transformação adaptativa” a um novo contexto [...]. Os escritos de Chevallard concorrem para eliminar, na sua teoria, vestígios de outros empregos para a expressão cunhada por Verret, posto que tratam exatamente das mudanças que sofre o conhecimento nesse processo, partindo da premissa explícita da existência de uma distância entre o saber a ensinar e os objetos de ensino definidos enquanto tal. (LEITE, 2004, p. 50)

Quando tomamos contato com os fundamentos da Transposição Didática, fica clara a intenção do autor em discorrer sobre a transformação de saberes e o distanciamento entre saber a ensinar e o saber de referência. E, justamente para demonstrar as visões que temos sobre os papéis da escola e do professor, traremos outros autores que fazem discussões sobre a construção de conhecimentos na escola.

Outro questionamento encontrado relaciona-se à participação do professor na Transposição Didática questionada com o argumento de que “quando o professor tenta contextualizar um saber da sua forma, ele acaba por embará-lo” (NEVES e BARROS, 2011, p. 113), acreditando que poucos são os professores que:

procuram conhecer as definições adotadas e avaliadas pela academia em anais e publicações científicas para então adequar o vocabulário ao estágio de compreensão do estudante e tentar assim produzir uma Transposição Didática eficaz. (p. 113)

Para Neves e Barros (2011), na Transposição Didática, o professor atua como “instrumento de divulgação do saber, ensinando e perpetuando a transmissão dos

saberes” (p. 113). Mas podemos ampliar esse debate com argumentos que indicam a participação docente na TD, como mostramos a seguir:

Na sala de aula o professor não traduz fielmente o texto do livro didático para os alunos, mas, sim, transforma-o, reescreve-o, criando o que Chevallard (1991) chama de metatexto. Nesse processo de Transposição Didática interna é o professor que vai transformar esse saber para os alunos, negociando com eles a sua gestão, os papéis que cada um deverá assumir, para que esse saber possa ser ensinado e aprendido (MATOS FILHO et. al, 2008, p. 1200).

Creemos que as transformações do saber sábio em saber a ensinar representam importante objeto de estudo, afinal, desejamos ensinar uma ciência que não esteja completamente desarticulada de sua origem, mas os objetivos de formação escolares envolvem inúmeros outros fatores e, por isso, os conceitos da Transposição Didática são importantes para compreender algumas, mas não todas, as características de produção e transformações dos conhecimentos efetuadas pelo professor.

Uma vez delimitadas características, regras e elementos da transformação do saber científico em saber escolar (saber a ensinar + saber ensinado), passamos a discutir como o professor se apresenta no processo de transformação do saber a ensinar em saber ensinado.

1.3 O PROFESSOR COMO INTELLECTUAL TRANSFORMADOR

Apresentaremos nesta seção algumas das noções que norteiam nosso trabalho e que ajudam a subsidiar nossos pressupostos de construção do conhecimento pelo professor. Tomamos como base principal o conceito de professor como intelectual transformador de Giroux (1997) e as ideias de outros autores que ressaltam a importância dos saberes construídos pelos professores.

Giroux (1997) enfatiza que, para que se tenha uma visão reformulada do papel dos professores, devem-se, primeiramente, ter bem claros os propósitos da escolarização e a função da escola. Para o autor, a escola não está completamente determinada pelo que acontece no cenário econômico e político, considerando-se as escolas como esferas públicas e locais democráticos, acredita que, nessa esfera, há a possibilidade de superação de elementos de dominação e controle. O autor aponta que

as escolas são lugares que representam formas de conhecimento, práticas de linguagem, relações e valores sociais que são seleções e exclusões

particulares da cultura mais ampla. Como tal, as escolas servem para introduzir e legitimar formas *particulares* de vida social. Mais do que instituições objetivas separadas da dinâmica da política e poder, as escolas são, de fato, esferas controversas que incorporam e expressam uma disputa acerca de que formas de autoridade, tipos de conhecimento, formas de regulação moral e versões do passado e futuro que devem ser legitimadas e transmitidas aos estudantes (p. 162).

Embora o autor ressalte que a escola seja um espaço de disputas que não é completamente pré-determinado, preocupa-se em destacar que, dependendo da forma como estiver organizada, a escola pode se constituir como instrumento de reprodução de desigualdades sociais e de ideologias dominantes.

Giroux (1997) argumenta que, na reforma educacional ocorrida na década de 1980, nos Estados Unidos, pouco foi evidenciado sobre o papel dos professores para a formação de jovens e as contribuições que os professores poderiam trazer ao debate. Também indica que, nesses debates, o papel atribuído aos professores ficava reduzido ao status de técnicos que cumpririam o que era pré-determinado por especialistas que não tinham tanta proximidade com a realidade da sala de aula.

Essa característica de professores considerados como técnicos se enquadra na chamada *racionalidade técnica*, em que “a prática profissional consiste na solução instrumental de problemas mediante a aplicação de um conhecimento teórico e técnico, previamente disponível que procede de uma pesquisa científica” (CONTRERAS, 2002, p. 90).

Às vezes os professores são apontados como responsáveis pelo fracasso educacional, seja por lacunas em sua formação ou por sua atuação em sala de aula. Para Giroux (1997) é necessário que uma perspectiva teórica seja desenvolvida, que redefina a natureza da crise educacional e que reconheça que boa parte dessa crise está relacionada justamente com a tendência do enfraquecimento dos professores.

Ao professor, Giroux atribui o papel de *intelectual transformador*, uma vez que possui a habilidade de questionar condições políticas, econômicas e pedagógicas da atividade docente, colaborando para formação de cidadãos que possam estar empenhados em mudanças sociais em prol de uma sociedade democrática, apontando que, enquanto intelectuais,

os professores devem ser capazes de moldar os modos nos quais o tempo, espaço, atividade e conhecimento organizam o cotidiano nas escolas. Mais especificamente, a fim de atuarem como intelectuais, os professores devem criar a ideologia e condições estruturais necessárias para escreverem, pesquisarem e trabalharem uns com os outros na produção de currículos e repartição do poder. (GIROUX, 1997, p. 29)

Ao encarar os professores como intelectuais, Giroux faz uma forte crítica às teorias educacionais que separam conceitualização, planejamento e organização curricular dos processos de implementação e execução. Entendemos, portanto, que o intelectual transformador deve integrar diversas esferas: conhecimento científico e teorias da educação e pensar de forma crítica a organização curricular e a seleção dos saberes que serão levados para sala de aula.

Destacamos algumas características que podem ser identificadas a respeito do conceito de intelectual transformador de Giroux (1997). Ainda que estas não tenham sido apresentadas como “categorias”, listamos a seguir tópicos que surgem da análise do trabalho desse autor, sendo estas algumas das premissas que fazem o trabalho do professor ser considerado como o de um intelectual transformador:

- Capacidade de transformações no contexto da escola, moldando:
 - o tempo escolar;
 - os espaços;
 - as atividades e o conhecimento.
- Necessidade de desenvolvimento do trabalho coletivo com os demais sujeitos da escola.
- Compreensão de aspectos sociais, políticos e econômicos, tendo a consciência de que a formação escolar não envolve apenas a transmissão de fatos e conhecimentos objetivos.

Na próxima seção, trazemos mais elementos que subsidiam a discussão sobre o papel do professor, trazendo reflexões de autores que fizeram análises sobre a atuação docente e suas possibilidades de contribuição para a construção de conhecimentos sobre o ensino.

1.4 O PAPEL DO PROFESSOR NA CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTOS

Tomamos como pressuposto neste trabalho a ideia de que os professores constroem conhecimentos. Por mais que possa se tentar minimizar a “interferência” do professor em processos educativos, sua influência sempre ocorrerá. Em particular consideramos que as construções mais relevantes surgem quando o professor atua como um intelectual transformador e toma consciência de sua importância. Podemos argumentar que o professor, ao levar algum conhecimento científico para suas aulas, o transforma, tendo de pensar as relações com o saber

de origem ou a influência na sociedade em que estão sendo inseridos tais conhecimentos.

Embora às vezes não se reconheça, em muitos casos o professor tem sido capaz de articular os conhecimentos da ciência de origem, os conhecimentos científicos sobre a educação e os elementos presentes na cultura escolar.

Para Martins (2008) há a necessidade de se fazer esclarecimentos sobre o termo *produção de conhecimento*, afirmando que o professor é capaz de efetuar-la e que essa produção:

se dá a partir da ação do sujeito sobre o real, apropriando-se do mesmo, indo além de sua cópia, ou seja, uma produção de conhecimentos visando agir sobre o real para transformá-lo. Nesta compreensão questiona-se o caráter de alienação frente ao real pois, ao se defender a apropriação do real o sujeito deixa de ser passivo neste processo para se constituir como produtor, ativo na construção de conhecimentos sobre o ensino. (p. 37)

A respeito das ideias apontadas acima, ressaltamos a apropriação do real, o ir além da cópia/reprodução partindo para a construção de conhecimentos. Esses argumentos, somados às discussões anteriores sobre a necessidade de processos intencionais, ajudam a dar forma à concepção que temos sobre construção de conhecimentos sobre o ensino.

Essa construção deve considerar não apenas os fins imediatos, como a motivação e o interesse de alunos e professores, deve articular saberes científicos das ciências de origem com suas racionalidades específica e referenciais teóricos da educação com seus pressupostos metodológicos sem deixar de levar em conta o contexto social.

E, ainda que tragamos o papel do professor para a construção de conhecimentos como um dos elementos principais deste trabalho, não queremos dar a impressão de que cabe ao professor realizar todas as construções e articulações, as teorias educacionais não são ferramentas que tornam saberes das ciências de origem elegíveis a serem compreendidos pelos alunos. A construção de conhecimentos é coletiva e envolve todos os profissionais e sujeitos da escola básica, do ensino superior e da pesquisa em ensino. E, talvez, por esse motivo, iniciativas que partem unilateralmente da academia e dos programas de formação continuada são rejeitadas pelos professores, assim como as proposições que consideraram as “boas” práticas de professores encontram críticas de pesquisadores em ensino.

Quando chamamos atenção para a necessidade do trabalho coletivo neste trabalho sobre o papel do professor, queremos mostrar que, embora seja um dos protagonistas, o professor sozinho, em sala de aula, não resolverá todos os problemas educacionais. Ao longo das leituras realizadas para a elaboração desta dissertação, tomamos contato com propostas de ensino e trabalhos que foram à escola e estiveram na sala de aula, chama atenção a quantidade de repetições do termo “*cabe ao professor*” encontrado nas Pesquisas em Educação. Ao leitor, sugerimos que faça uma breve busca dessa expressão na versão acadêmica² do buscador mais popular da internet ou mesmo em sua versão normal. Não será difícil perceber que não faltam recomendações sobre o que cabe ao professor fazer.

Zeichner (2008) faz uma análise crítica sobre o conceito de “reflexão” para a formação de professores, indicando que esse conceito se configura, justamente, como uma forma de crítica à visão dos professores como técnicos que fazem o que outras instâncias, fora da sala de aula, querem que eles façam. À primeira vista, o movimento da prática reflexiva reconhece que o professor possui papel ativo para formulação de propósitos de seu trabalho. Para Cochran-Smith e Lytle³ (1993 citado por ZEICHNER, 2008), o conceito também significa que a produção de conhecimentos sobre ensino não é papel exclusivo das universidades, indicando que os professores contribuem para o desenvolvimento desses conhecimentos sobre o ensino.

Embora não utilizemos o conceito de *professor reflexivo* neste trabalho, cremos que esses estudos, ao valorizar o papel do professor, trazem contribuições para a discussão da construção dos conhecimentos sobre o ensino.

O conceito de professor reflexivo está fortemente ligado à prática docente, sendo questionada sua pouca relação com a teoria. Giroux (1990 apud PIMENTA, 2002, p. 25) argumenta que “a mera reflexão sobre o trabalho docente de sala de aula é insuficiente para uma compreensão teórica dos elementos que condicionam a prática profissional”. Cremos que não é possível que haja uma reflexão a partir do nada, já que o tempo todo estabelecemos relações entre conceitos para construirmos nossos próprios entendimentos.

² Google Acadêmico, buscador que indexa artigos científicos de bibliotecas, universidades e plataformas como a SCIELO entre outras, disponível em <http://scholar.google.com.br>. Acesso em fev. de 2014.

³ COCHRAN-SMITH, Marilyn; LYTLE, Susan. **Inside-outside**: teacher research and knowledge. New York: Teachers College Press, 1993.

Nesse sentido, não pretendemos fazer o uso da dicotomia teoria *versus* prática e concordamos com as ideias de Pimenta (2002), que afirma que os saberes teóricos se articulam aos saberes da prática, resignificando-os e sendo resignificados. A autora afirma que o papel da teoria é oferecer, aos professores, perspectivas de análise para que estes possam compreender os contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais nos quais ocorrem a atividade docente, para que, dessa forma, possam intervir e transformar esses contextos.

Notadamente, a atividade docente é mais do que o “saber fazer” e envolve o embasamento teórico, teoria que é incapaz de fornecer um conjunto de propostas que funcionem em todas as condições. Não há uma ou mais regras gerais que possam se desdobrar para casos específicos com o controle rígido de variáveis.

Atualmente, muito se discute sobre o distanciamento entre a pesquisa e o trabalho desenvolvido pelos professores. O título do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física do ano de 2008: “As pesquisas em ensino e a sala de aula: articulações necessárias” é um dos exemplos que reflete a preocupação dos pesquisadores da área.

Ao discutir relações entre o ensino e a pesquisa em ensino, Garcia (2012) revela que, para haver transformação das aulas, o professor deve se apropriar dos conhecimentos necessários à sua ação profissional, dentre as quais se inclui a capacidade de produzir conhecimentos, em particular por meio da pesquisa sobre a escola, a sala de aula e o ensino. Esses conhecimentos não se atêm, apenas, à prática, mas devem estar articulados com a teoria, tanto aquela dos estudos da ciência de origem quanto a presente nos estudos do campo da educação. Nessa perspectiva, torna-se necessário superar a dicotomia da produção do conhecimento apenas no âmbito das universidades, incluindo os saberes dos professores da escola básica nessa produção. Schmidt e Garcia (2007), com base em análise de autores como Schön, Zeichner, Stenhouse, Marcelo García, Cochran-Smith e Lytle, indicam que é possível

entender os professores como produtores de conhecimento sobre o ensino a partir de alguns princípios: a) a colaboração entre grupos como escolas, sistemas de ensino e universidades; b) a centralidade das ações que os professores realizam para planejar e desenvolver suas atividades de ensino; c) e, ainda, a existência de um projeto comum, elaborado de forma colaborativa e no qual se articulam os interesses dos diferentes sujeitos pesquisadores (SCHMIDT; GARCIA, 2007, p. 166).

Segundo Farago e Utsumi (2005), uma perspectiva recorrente de aprimoramento do trabalho docente ocorre com base no pressuposto de que boa parte dos professores necessita suprir lacunas de sua formação e, para solucionar esse tipo de déficit, acaba-se apostando na estruturação de atividades que dão ênfase um determinado referencial teórico. Essas propostas, às vezes, acabam sendo rejeitadas pelos professores em virtude do distanciamento de seus espaços de produção.

Nosso trabalho segue a direção de buscar observar, em sala de aula/ na escola, as articulações que ocorrem no trabalho docente, tentando compreender de que forma se dá a construção do conhecimento sobre o ensino nesse cenário em que elementos da cultura escolar, cultura da escola, contextos social, político e econômico, saberes científicos específicos e da educação se entrecruzam.

Retomando a discussão sobre os processos intencionais que permitem a construção de conhecimentos, trazemos as ideias de Hagemeyer (2006), que afirma que não se pode negar as características históricas da produção do conhecimento e a teoria é fundamental para a atuação docente:

são os processos pedagógicos intencionais e sistematizados que, mediando as relações entre teoria e prática, ensinarão a conhecer. Não basta, também, inserir o conhecimento científico na prática para que seja aprendido. Ensinar a conhecer, enquanto capacidade de agir teoricamente e pensar praticamente é a função da escola. Esse aprendizado não se dá espontaneamente, por intermédio do contato com a realidade, mas demanda o domínio de categorias teórico-metodológicas e se dá mediante o aprendizado do trabalho intelectual. (HAGEMEYER, 2006, p. 182)

Ainda de acordo com Hagemeyer (2006), o professor pode ser considerado um agente cultural e social, que está imerso em relações de dependência e poder no espaço social, e, quando se pensa na sua prática, repleta de relações hierárquicas e de saberes e métodos determinados por imposições das propostas em voga a cada fase histórica, esse professor adquire experiências e emprega seus conhecimentos e saberes, atuando como intelectual que engendra sua função e prática com base em sua trajetória e das necessidades dos alunos.

Segundo Kuenzer (1999), os professores são capazes de superar o modelo da racionalidade técnica e que podem ser capazes de:

compreender historicamente os processos de formação humana em suas articulações com a vida social e produtiva, as teorias e os processos pedagógicos, de modo a ser capaz de produzir conhecimento em educação e intervir de modo competente nos processos pedagógicos amplos e específicos, institucionais e não institucionais, com base em uma determinada concepção de sociedade. (p. 170).

Ao entrar em contato com as ideias apontadas por Kuenzer (1999), refletimos sobre a necessidade de direcionar nossos olhares não apenas para os conteúdos e suas transformações até chegar à sala de aula, mas também tentar observar objetivos mais amplos do processo de formação e a necessidade de se pensar sobre os espaços de produção e atuação docente.

Para Santos e Moreira (1995), a organização do conteúdo curricular está relacionada à produção dos saberes escolares, sendo necessário explicitar os critérios que a comandam. Os autores apontam para a importância da seleção de conteúdos que permitam desenvolver a capacidade de mudança da sociedade em que as pessoas vivem, e a capacidade de analisar a cultura em que se vive. Apontam, ainda, que a seleção e organização de currículos, nas diversas áreas, também envolve a transformação dos saberes sociais em saberes escolares.

Com relação à transformação dos saberes escolares e a atuação do professor, são inúmeras as questões a serem levantadas, diante de tamanha complexidade, é inegável atestar ao professor um dos papéis centrais para educação, juntamente aos alunos, e o conhecimento. Kuenzer (1999) destaca que ao professor não basta selecionar atividades motivadoras, e ser competente ao expô-las, devendo conhecer mais do que conteúdo específico de sua área, sendo necessário conhecer procedimentos metodológicos e condições de aprendizagem adequadas a cada etapa da escolarização.

Certamente não conseguimos trazer nesta seção todos os trabalhos que fazem referência à construção de conhecimentos na escola e pelo professor. Para Fiorentini, Souza Junior e Melo (1998) há uma tendência nas pesquisas em valorizar o estudo dos saberes docentes para a formação de professores, havendo uma superação de um quadro em que se priorizava conhecimento dos conteúdos para uma valorização de aspectos didático-metodológicos.

Para Nunes (2001), a questão dos saberes docentes passa a “considerar o professor como um profissional que adquire e desenvolve conhecimentos a partir da prática e no confronto com as condições da profissão” (p. 32). Ainda conclui que o professor produz um conhecimento que não é o mesmo da ciência de origem da disciplina escolar, mas ainda assim pode ser considerado legítimo.

Muitos papéis são atribuídos ao professor, o que o insere em uma posição de “profissional ideal”. Mas os sujeitos que atuam na escola encaram a realidade diariamente, e, em nosso trabalho, buscamos compreender de que forma essas

relações entre conhecimento das ciências de origem e da educação, relações sociais, econômicas e políticas se entrecruzam e tomam corpo.

Verificamos que Giroux se preocupa com questões que vão além do conhecimento científico, incluindo a capacidade de organizar questões como tempo e espaço na escola e ressaltando a necessidade do trabalho coletivo e a necessidade de escrever e pesquisa. A escolha por esse autor como um dos referenciais teóricos deste trabalho se deu como uma forma de tentar trazer um olhar que não privilegiasse apenas a compreensão dos processos de transformação dos saberes científicos que chegam à sala de aula.

Consideramos que não é possível delimitar que a teoria seja produzida, apenas, na universidade e que a escola seja o cenário da prática, mas há a necessidade de delimitação consciente dos objetivos da educação por parte do docente ao moldar seu trabalho. Isso faz com que o conhecimento produzido pelo professor deixe de figurar como um conhecimento que se fundamenta, apenas, na prática, e que subsidiem uma discussão ampliada levando em conta fundamentos da Pesquisa em Educação.

Na sequência partimos para uma revisão bibliográfica que vai à produção acadêmica para ver de que forma o professor tem sido tomado nas Pesquisas em Educação, em especial naqueles referentes ao ensino de FMC.

2 FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: CONTEXTUALIZAÇÃO E TENDÊNCIAS

Estudos sobre Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio estão presentes na literatura da Pesquisa em Educação em Ciências no Brasil há pelo menos vinte anos. O conjunto de estudos sobre essa temática revela tendência de pesquisa em ensino de Física, e, como tal, possui características que merecem ser ressaltadas, como a constituição desse campo, passando por diferentes estágios.

Neste capítulo apresentaremos, com base em alguns dos principais estudos da área, breve panorama de como se iniciaram os estudos sobre a inserção e o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

O interesse pela Física Moderna e Contemporânea vem do fato de não encontrarmos na cultura escolar da Física as contribuições mais recentes dessa ciência, e seus tópicos não fazem parte do planejamento da grande maioria dos professores de Física do Ensino Médio. Há uma predominância por conteúdos da chamada Física Clássica, que nos leva ao interesse em entender, no caso do ensino de tópicos de FMC, de que forma ocorrem as construções de sequências didáticas, diferentes daquelas tradicionais, que permitem a renovação dos conteúdos tradicionalmente presentes na cultura escolar da Física, buscando compreender, principalmente, o papel do professor nessas construções.

Ainda que não se apresentasse de forma intensa no ensino de ciências no Brasil, podemos perceber, de acordo com Terrazzan (1994), que a inserção de tópicos da FMC já estava presente em alguns projetos de ensino de Física nacionais e internacionais. Nas décadas de 60 e 70, havia os projetos estadunidenses: Physical Science Study Committee (PSSC) e o Harvard Project Physics (HPP), que apresentavam tópicos de Física Moderna ao final da coleção, e os ingleses, o Nuffield Science Teaching Project (NSTP), que mescla FMC e Física Clássica, e o Nuffield Advanced Science (NAS), que apresentava nível mais avançado do NSTP. No mesmo período, foram desenvolvidos no Brasil os projetos Projeto de Ensino de Física (PEF), Projeto Brasileiro de Ensino de Física (PBEF) e o Física Auto-Instrutiva (FAI) citados como precursores nacionais da introdução de conceitos modernos da Física.

Segundo Chassot (2004, p. 33), houve resistência aos programas estrangeiros devido a inúmeros fatores, dentre estes, problemas de tradução nos

quais algumas situações não se enquadravam ao contexto cultural brasileiro, trazendo elementos como neve e bolas de *rúgbi*. Barra e Lorenz (1986), tomando a cidade de São Paulo como exemplo, verificam que poucos professores, dos que receberam a influência do projeto PSSC, utilizaram, de fato, o material.

Os primeiros debates sobre a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Brasil trazem a constatação de que a Física escolar estava predominantemente pautada em conteúdos da Física Clássica. Terrazzan (1992) apontava que, usualmente, a Física escolar, do início da década de 1990, estava "dividida" em temas como Mecânica, Física Térmica, Ondas, Óptica e Eletromagnetismo. Segundo o autor, as sequências didáticas desenvolvidas no Brasil nesse período seguiam a mesma ordem presente nos índices dos manuais didáticos estrangeiros do final do século XIX, e, portanto, amplamente descontextualizadas em relação ao desenvolvimento científico.

Um importante trabalho bastante referenciado no Brasil em estudos sobre a inserção da FMC no Ensino Médio é o artigo de Ostermann e Moreira (2000), que traz ampla revisão bibliográfica sobre a temática, englobando periódicos nacionais e internacionais, dissertações, teses e projetos, com análise de trabalhos publicados entre o final da década de 1970 e o ano 2000. Tomando como base este trabalho, tentamos entender o cenário no período. Segundo esses autores havia predominância por trabalhos que versavam sobre as justificativas de inserção da FMC, necessidade por atualização curricular, e apresentação de temas na forma de material de referência para professores. Nesse primeiro momento, poucos trabalhos apresentavam resultados em que eram levantadas concepções dos estudantes ou desenvolvimento de propostas didáticas em sala de aula.

Os trabalhos de revisão de literatura de Pereira e Ostermann (2009) e D'Agostin, Garcia e Leite (2007), que contemplam os períodos de 2001 a 2006 e 2002 a 2007, respectivamente, apontam que, embora o cenário das pesquisas nesse período apresente aumento na quantidade de trabalhos desenvolvidos em sala de aula, ainda há escassez daqueles que dedicam atenção ao desenvolvimento de propostas de ensino em sala de aula, buscando resultados de ensino aprendizagem.

Pereira e Ostermann (2009) encontraram um total de 102 trabalhos sobre a temática. Destes, 52 são materiais considerados como referência bibliográfica para professores (textos de apoio, recursos didáticos, propostas de unidades didáticas e

divulgação científica). Embora esses trabalhos sejam de grande importância para a constituição das práticas dos professores, deve alertar-se que:

É necessário que o material resultante desses trabalhos seja submetido a uma avaliação crítica para verificar em que medida eles realmente facilitam os processos de ensino-aprendizagem. De maneira análoga, a maioria dos trabalhos de pesquisas que avaliam propostas didáticas em sala de aula se ocupa da organização do conteúdo e do rigor científicos com que eles são apresentados. Embora o rigor e a ênfase em conceitos-chave sejam imprescindíveis para um bom ensino, é necessário também investigar os processos conduzidos em sala de aula que estruturam e condicionam a aprendizagem. Somente assim poderemos [...] compreender [...] mecanismos utilizados por professores e alunos na construção de conhecimentos relativos a temas de FMC. (PEREIRA e OSTERMANN, 2009, p. 414)

Para Siqueira e Pietrocola (2008), também com base em uma revisão da literatura, há consenso entre os pesquisadores de que é possível e necessário levar conteúdos de Física Moderna e Contemporânea para a sala de aula, mas aponta que, apesar de haver trabalhos que indicam quais seriam os conteúdos mais relevantes a serem explorados no Ensino Médio, poucos são aqueles que apontam propostas que levem, de fato, esse conhecimento científico à escola.

Uma característica que consideramos problemática, verificada em muitos dos trabalhos, é a ausência da investigação do papel do professor no ensino de FMC e suas concepções. As investigações sobre o professor têm estado principalmente na formação de professores, e são apontadas, atualmente como um entrave para a inserção de tópicos de FMC devido a sua incompreensão de conceitos, em geral, associada à má formação nas licenciaturas.

O professor, um dos atores principais do processo de ensino-aprendizagem, juntamente com o aluno e o saber, foi deixado em segundo plano, ficando afastados dos centros de decisões, embora sejam eles os autores das ações em sala de aula e devessem ser ouvidos em seus desejos e aspirações sobre o ensino, em conformidade com a sua realidade, a de suas escolas e a de seus alunos. (D' AGOSTIN, GARCIA E LEITE, 2007, p. 9)

Outro estudo importante é o de Monteiro e Nardi (2007), sobre tendências das pesquisas sobre FMC nos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre 1997 e 2007. Os autores alertam para a necessidade de entender se é possível que professores em condições reais de trabalho e de formação abordem conteúdos de FMC. Diferentemente dos estudos apresentados anteriormente, há constatação de um percentual considerável de trabalhos que contemplam a relação ensino aprendizagem, com um foco predominante na aprendizagem dos alunos. Loch e Garcia (2009) concordam com essas ideias, constatando uma evolução nas pesquisas, que superam a fase das justificativas e

passam a apresentar, além de propostas teóricas, possibilidades de inserção desses conteúdos em sala de aula.

Como apontado por diversos autores nesse primeiro panorama, o estudo de propostas desenvolvidas em sala de aula é de grande importância. Motivando nossa busca pela reflexão sobre estudos com essas características, traremos essas análises na próxima seção, enfocando, principalmente, o papel do professor para elaboração/ participação das propostas.

2.1 AS PESQUISAS SOBRE O ENSINO DE FMC E O PAPEL DO PROFESSOR

Os trabalhos de revisão de literatura têm indicado a necessidade em considerar o papel de alunos e professores nos estudos sobre a inserção de tópicos de FMC no Ensino Médio. Diante dessa preocupação, tentaremos compreender qual papel tem sido atribuído aos professores da Educação Básica naquelas pesquisas que tenham sido desenvolvidas em sala de aula ou tenham de alguma forma tentado compreender concepções de professores sobre esse processo de inovação curricular.

Apresentaremos resultados da revisão bibliográfica realizada nas atas dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (entre 2006 e 2012) e dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação (entre 2007 e 2011) e em teses e dissertações, tendo como foco principal compreender, nesses trabalhos, o papel atribuído ao professor nas propostas de ensino de FMC que foram desenvolvidas em sala de aula.

2.1.1 TRABALHOS PUBLICADOS EM EVENTOS DE PESQUISA

Nesta seção serão apresentados resultados de uma pesquisa bibliográfica e reflexões sobre elementos presentes em trabalhos de pesquisa publicados nas edições de 2007, 2009 e 2011 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e nas edições de 2006, 2008, 2010 e 2012 do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), sobre a abordagem de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, com um foco específico naqueles trabalhos cujas investigações envolveram a implementação, em sala de aula, de uma proposta de ensino dentro desses conteúdos. A escolha desses eventos ocorreu em virtude de

estes serem os maiores eventos de pesquisa na área de Educação em Ciências no Brasil, contemplando trabalhos avaliados por pareceristas acadêmicos, refletindo, portanto, as principais tendências de pesquisa da área.

O recorte temporal é justificado pela existência de trabalhos que já avaliaram períodos anteriores, como o trabalho de Monteiro e Nardi (2007), que avaliou a presença de trabalhos com a temática da inserção da Física Moderna no Ensino Médio nas cinco primeiras edições do ENPEC (até 2005), bem como as revisões bibliográficas, já apresentadas na introdução deste capítulo, que englobam trabalhos publicados nos eventos de pesquisa.

O levantamento das ideias principais presentes nesses trabalhos busca compreender como estudos são desenvolvidos, em sala de aula, no campo da Educação em Ciências, especialmente a respeito de tópicos da FMC.

Monteiro e Nardi (2007) evidenciam a importância desse tipo de trabalho considerando que a realização de pesquisas de caráter bibliográfico pode demonstrar crescimento qualitativo e quantitativo de uma determinada área de pesquisa, além de evidenciar lacunas existentes na área investigada.

Revisões bibliográficas anteriores (OSTERMANN; MOREIRA, 2000; PEREIRA; OSTERMANN, 2009; D'AGOSTIN; GARCIA; LEITE, 2007; MONTEIRO; NARDI, 2007) apontam que a grande maioria dos trabalhos desenvolvidos até 2007 trazem materiais de referência bibliográfica para professores sobre temas de FMC. Nesse sentido, também procuraremos investigar se as publicações mais recentes se apoiam ou fazem referência às propostas anteriormente publicadas.

Nas revisões bibliográficas realizadas por D'Agostin, Garcia e Leite (2007) e Pereira e Ostermann (2009), indica-se que o papel do professor, em muitos trabalhos, vem sendo pouco evidenciado, e nesse sentido, em nossa revisão, buscamos compreender se trabalhos mais recentes incorporam essas recomendações, evidenciando melhor o papel do professor para reestruturação dos conteúdos em sala de aula, incorporando os conteúdos de FMC. Identificar trabalhos que relatam propostas didáticas desenvolvidas em sala de aula parece permitir compreender melhor qual o papel do professor, sua participação na escolha, elaboração de materiais, mediações entre o conhecimento científico, escolar, conhecimentos prévios dos alunos e anseios específicos identificados na cultura de sua escola.

Em um primeiro momento, houve a seleção de artigos que contemplassem a temática da inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. A busca abrangeu trabalhos presentes tanto nas sessões de comunicação oral quanto nas sessões de pôsteres, dos dois eventos. A respeito dos temas que buscávamos, nos trabalhos publicados, os seguintes temas destacaram-se: relatividade, radiação, Física quântica, nuclear, partículas elementares, luz, tempo e energia.

Buscando traçar esboço mais amplo do levantamento, delimitamos algumas categorias. Embora um mesmo trabalho possa contemplar elementos de mais de uma categoria, definimos que cada trabalho publicado seria categorizado de acordo com seu foco principal, em apenas uma das categorias definidas. A escolha por essa organização se deu após a leitura dos trabalhos. Após essa organização, partimos para uma leitura mais detalhada dos trabalhos que continham propostas desenvolvidas em sala de aula, buscando observar os seguintes elementos: quem implementa a proposta; referenciais que fundamentam a elaboração (Pesquisa em Educação em Ciências/ materiais didáticos/ saberes de referência); estratégias e materiais; o que/ como avalia; principais resultados apontados; conteúdo e série em que a proposta foi aplicada.

Apresenta-se a seguir a descrição das categorias em que organizamos os trabalhos encontrados:

- a) *Concepções de professores*: trabalhos que investigam o que os professores e futuros professores pensam sobre inovação curricular, a possibilidade de inserção de FMC em sala de aula e as mudanças que podem ocorrer em suas práticas quando abordam esses temas. Praticamente todos os trabalhos dessa categoria decorreram de cursos de formação inicial ou continuada. Dois dos trabalhos referem-se à avaliação do conhecimento que os professores em exercício possuem sobre conceitos específicos.
- b) *Concepções de alunos*: trabalhos que fizeram levantamentos de concepções prévias de alunos do Ensino Médio acerca de temas da FMC, por meio da aplicação de questionários. Na categoria (c) também aparecem, em alguns trabalhos, investigações sobre essas concepções, mas aqui não houve nenhuma atividade ou proposta desenvolvida com os alunos.
- c) *Propostas desenvolvidas em sala de aula*: trabalhos que apresentam propostas, sequências didáticas, ou ainda atividades com temas de Física Moderna, que foram desenvolvidas em sala de aula e apresentam resultados de ensino-aprendizagem.

d) *Materiais de referência ou divulgação*: trabalhos que apresentam propostas de ensino sobre algum tema de Física Moderna, seja explicitamente propondo uma sequência didática, ou propondo a utilização de recursos didáticos como livros de divulgação científica, simulações computacionais, mas que não passaram pela sala de aula.

e) *Análise documental*: trabalhos que avaliam os conteúdos de livros didáticos ou documentos oficiais como os parâmetros curriculares nacionais ou diretrizes curriculares estaduais.

f) *Justificativas de inserção*: trabalhos cujo foco principal baseia-se em apresentar/discutir justificativas da inserção de um determinado tema da Física Moderna, apresentando defesa baseada em pressupostos como a história e filosofia da ciência, ciência tecnologia e sociedade, epistemologia, sem apresentar sequência ou propor um conjunto de atividades a serem desenvolvidas.

g) *Revisão bibliográfica*: trabalhos que fizeram revisões bibliográficas em eventos de pesquisas, periódicos, dissertações e teses.

No Quadro 1, apresentamos a distribuição de todos os trabalhos encontrados com a temática da FMC no Ensino Médio no recorte escolhido, distribuídos nas diferentes categorias. Ainda que tenha sido feita a leitura completa de todos os trabalhos, traremos a discussão específica daqueles que apresentam *propostas desenvolvidas em sala de aula*. A distribuição dos demais trabalhos, constituirá embasamento para uma percepção geral de como se encontra a tendência das pesquisas nessa área.

Percebemos que houve pouca variação no número total de trabalhos por edição do evento que abordam temas referentes à inserção da Física Moderna no Ensino Médio, nessas edições dos encontros de pesquisa. Há um notável número de trabalhos da categoria Concepção de Professores, equivalentes a, aproximadamente, 31% do total de trabalhos, que indica haver uma tendência em investigar o que os professores pensam acerca dessa temática. Por meio da análise dos trabalhos nesses eventos, buscamos compreender o papel atribuído aos professores em pesquisas que chegam às salas de aula. Por isso, tínhamos a intenção de explorar mais a categoria (c) com as *propostas desenvolvidas em sala de aula*, mas a distribuição de trabalhos apresentada no Quadro 1 nos chamou a atenção para a categoria (a) *concepções de professores*, em que poderíamos encontrar visão mais ampla sobre as representações e concepções dos professores

sobre a inserção da FMC no EM, e o olhar lançado pelos autores dos trabalhos ao fazerem suas análises com base no que os professores pensam. Na sequência apresentamos, com maior detalhes, os trabalhos dessas categorias escolhidas, dispostas em dois subtópicos: i. Propostas desenvolvidas em sala de aula; ii. Concepções de professores.

Categoria	ENPEC			EPEF				Total por categoria
	2007	2009	2011	2006	2008	2010	2012	
Concepções de professores	2	2	5	2	4	5	5	25
Concepções de alunos	0	3	0	0	1	1	0	5
Propostas desenvolvidas	2	0	4	4	1	3	3	17
Material de referência	0	2	0	3	4	3	1	13
Análise documental	1	1	0	0	1	1	5	9
Justificativas de inserção	0	1	1	2	3	0	2	9
Revisão bibliográfica	3	1	0	0	0	0	0	4
Total por edição	8	10	10	11	14	13	16	82

Quadro 1: Trabalhos de FMC agrupados em categorias e por edição dos eventos.

i. PROPOSTAS DESENVOLVIDAS EM SALA DE AULA

Por entender que, por meio da categoria (c), *propostas desenvolvidas em sala de aula*, seria possível analisar qual o papel do professor da escola nas propostas de ensino e pesquisa, faremos aprofundamento sobre os 17 trabalhos dessa categoria, os quais apresentaram propostas ou sequências didáticas que passaram pelo crivo da sala de aula.

Apresentaremos os principais elementos identificados, mostrando inicialmente um panorama geral, e, posteriormente, aprofundando nas discussões sobre as formas como os professores são tomados na elaboração e aplicação das propostas, e os referenciais que subsidiaram tal elaboração (se foram baseados em trabalhos de pesquisa já publicados, em livros didáticos, ou materiais de divulgação científica ou ainda nos saberes de referência).

Em relação aos artigos da categoria (c), os conteúdos abordados e séries em que foram implementados encontram-se no Quadro 2.

Trabalho	Série (Ensino Médio)			Conteúdo abordado
	1º	2º	3º	
T1	x			Astrofísica/Física Solar
T2		x		Radiação de Corpo Negro
T3			X	Interações nucleares e radiação
T4			X	Mecânica Quântica
T5		x		Mecânica Quântica
T6			X	Relatividade Geral
T7			X	Mecânica Quântica
T8			X	Mecânica Quântica
T9			X	Supercondutividade
T10	x			Relatividade Restrita
T11	x			Relatividade Restrita
T12		x		Energia
T13	x	x	X	Relatividade Geral e Restrita
T14			X	Partículas Elementares
T15			X	Efeito fotoelétrico
T16			X	Partículas Elementares
T17	x	x	X	Átomo de Bohr
Totais	5	5	11	

Quadro 2: Conteúdos e séries das propostas desenvolvidas em sala de aula.

No Quadro 2, embora haja maior número de trabalhos desenvolvidos em turmas do terceiro ano do Ensino Médio, os conteúdos de FMC estão presentes, também, nas duas primeiras séries do EM. Os tópicos mais abordados foram Mecânica Quântica e Relatividade, com 4 trabalhos cada.

Um dos nossos principais objetivos consistiu em identificar, nos trabalhos de pesquisa, em especial em relação aos que foram para a sala de aula, de que forma o professor atua para construção de conhecimentos e seu papel ao optar por conteúdos de FMC, conteúdos que ainda não fazem parte da cultura do ensino de Física da maioria das escolas. Encontramos, no entanto, dificuldade em reconhecer, em muitos dos trabalhos, de que forma o professor estava inserido nesse processo. Por exemplo, em um dos trabalhos, não fica evidente quem aplica ou desenvolve a proposta didática, há a descrição do local onde a sequência foi aplicada, escola, idade dos alunos e não se faz qualquer referência ao professor responsável pela turma, sem descrever se houve envolvimento na elaboração, escolha dos tópicos e na apresentação da proposta em sala de aula.

No Quadro 3, apresentamos uma síntese sobre a atuação do professor da escola nas Propostas Didáticas (PD) desenvolvidas.

Trabalho	Participa da elaboração da PD	Aplica a PD em sua turma	É coautor do Trabalho/ Artigo	Quem aplica a proposta é o pesquisador	Não fica Evidente
T1	x	x	x		
T2					x
T3	x	x	x		
T4		x			
T5	x	x	x		
T6		x			
T7		x			
T8		x			
T9				x	
T10				x	
T11				x	
T12					x
T13		x	x		
T14		x			
T15		x			
T16				x	
T17				x	
Totais	3	10	4	5	2

Quadro 3: Papel/lugar do professor da escola.

No Quadro 3, em três trabalhos, houve a participação do professor tanto para elaboração da sequência de ensino quanto em sua aplicação, fato que destacamos pela iniciativa de sistematizar seu trabalho e submetê-lo à apreciação dos pares no campo da pesquisa em ensino de Física, permitindo interpretação de que esses professores, além da produção de conhecimentos escolares, produzem conhecimentos científicos.

Em dez dos trabalhos, a aplicação da proposta de ensino foi realizada pelo professor da turma, em quatro foram descritos trechos da atuação do professor em que se pode notar que, mesmo de posse de uma proposta de ensino previamente elaborada em outras esferas, os professores incluem características próprias para a abordagem dos tópicos, dando ênfase para aspectos que consideram mais importantes por meio de questionamentos ou repetição de explicações, e inserindo suas próprias contribuições para a compreensão dos fenômenos abordados. Em seis dos trabalhos, descreve-se que o professor da turma ministrou as aulas sem dar maior detalhamento sobre a sua atuação.

Outro elemento da análise nessa revisão bibliográfica consistiu na compreensão de quais fontes os trabalhos mais atuais se assentam para a construção das suas propostas de ensino. Para tal, foram analisados os 17 trabalhos da categoria *propostas desenvolvidas*. Analisamos se os trabalhos publicados se apoiam em livros didáticos ou outras fontes. Apresentamos, no Quadro 4, síntese

desses resultados.

Trabalho	Trabalho de pesquisa sobre o mesmo tema		Livro Didático		Outras fontes ⁴	Não cita outras fontes
	Cita ao longo do texto	Cita apenas nas ref. bibliográficas	Do Ens. Médio	do Ens. Superior		
T1	x			x	x	
T2						x
T3				x		
T4	x					
T5		x				
T6				x		
T7	x					
T8	x					
T9					x	
T10	x			x		
T11	x			x		
T12		x	x	x	x	
T13					x	
T14	x			x		
T15	x					
T16	x				x	
T17	x				x	
Totais	10	2	1	7	6	1

Quadro 4: Fontes ou saberes de referências para construção das propostas didáticas.

Percebemos, no Quadro 4, que apenas um dos trabalhos utilizou livros didáticos do Ensino Médio para a elaboração da sequência de ensino, o que parece contrastar com a crescente política de inserção de livros didáticos nas escolas públicas através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Em dez dos dezessete artigos analisados, há citação de trabalhos que desenvolveram propostas com temas correlatos. Esse tipo de correspondência entre os trabalhos parece esperado, visto que os estudos de revisão bibliográfica sobre FMC no EM apontam grande número de trabalhos do tipo materiais de referência, permitindo o contraponto e a soma das contribuições já existentes no campo da pesquisa.

De forma geral, esses trabalhos indicam, como resultados, a possibilidade da inserção de tópicos de FMC no Ensino Médio, apontando interesse e motivação dos alunos pela temática, e a possibilidade de abordagens conceituais sem excessiva matematização. Apontam a possibilidade de aprendizagem significativa e melhoria dos índices de alfabetização científica.

⁴ Livros de divulgação Científica, livros de ficção científica, excertos de revistas, sítios da internet.

Parece haver tendência, nas propostas desenvolvidas em sala de aula, em focar a aprendizagem do aluno, e as questões relativas ao interesse e motivação. Ao focar, apenas, a relação do conhecimento da ciência e a aprendizagem do aluno parece haver uma invisibilidade das articulações entre a pesquisa em Educação, o conhecimento e a atuação do professor, para além de alguém que transmite uma sequência didática.

A respeito da revisão bibliográfica realizada, destacamos três trabalhos que trazem indicativos de que alguns professores da Educação Básica participaram, ativamente, da construção de conhecimentos científicos, professores que ingressam em grupos de pesquisa e desenvolvem estudos que estão relacionados às demandas de seu contexto escolar. São trabalhos que resultam ou fazem parte de teses ou dissertações, nas quais os autores, além de pesquisadores, são professores que estão preocupados em transformar suas aulas de forma articulada às teorias e investigações presentes no campo da Educação e da Educação em Ciências. Acreditamos que trabalhos dessa natureza, cooperativos, permitem a incorporação de elementos da pesquisa em ensino de Física na prática profissional dos professores, e por outro lado, esses mesmos professores são convidados a assumir o papel de coparticipação na produção e análises das propostas; superando o papel de meros aplicadores de propostas elaboradas por especialistas. Acreditamos que propostas nessa linha, superando o modelo da racionalidade técnica, possam contribuir para a aproximação entre as pesquisas em ensino e a sala de aula, colocando o professor no centro do processo da renovação dos conteúdos e das práticas de ensino na Educação Básica.

ii. CONCEPÇÕES DE PROFESSORES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO

A respeito dos trabalhos que buscaram analisar as concepções e representações dos professores sobre a inserção da FMC no EM, são apontadas principalmente as razões que impedem ou dificultam o desenvolvimento de novos tópicos em sala de aula, muito disso como reflexo do alto número de professores que não incluem esses tópicos.

Embora nestes trabalhos tenha sido frequente o levantamento de dificuldades, nota-se que os professores de Física do Ensino Médio mostram-se favoráveis à inserção de tópicos da FMC, demonstrando, ainda, a preocupação de buscar um ensino contextualizado que permita melhor compreensão pelos alunos (SONZA e FAGAN, 2006; LOZADA e ARAÚJO, 2007; SANCHES e NEVES, 2010; SILVA e CUNHA, 2011).

O maior obstáculo apontados pelos professores, em relação à inserção de novos tópicos, foi a carga horária reduzida da disciplina de Física no EM (LOZADA e ARAÚJO, 2007; PEREIRA, BOUZADA e NEVES, 2009; SANCHES e NEVES, 2010; SILVA e CUNHA, 2011; MENDES, 2012). Essa carga horária reduzida implica a necessidade atuação em cargos diferentes (disciplina de Matemática, Química) ou em duas ou mais escolas resultando em menor disponibilidade para preparação de aulas inovadoras (CAMPOS e VEIGA, 2009; SOUZA e LAWALL, 2011; OLIVEIRA e ALMEIDA, 2012), afinal, preparar aula para mais de uma disciplina envolve maior tempo de dedicação e a atuação em mais de uma escola pode implicar planejamentos escolares bastante diferenciados.

A formação dos professores também foi identificada como um dos entraves à inserção da FMC (SANCHES e NEVES, 2010; SILVA e CUNHA, 2011; MENDES, 2012; SOUZA e LAWALL, 2011), havendo relatos de que a abordagem desses conteúdos não foi suficiente durante a graduação e de ausência da realização de atividades experimentais durante a licenciatura. Para Rocha e Ricardo (2011), as deficiências de formação implicam sentimento de falta de capacidade resultando na fuga da abordagem desses conteúdos ou abordagens superficiais.

Esse sentimento de incapacidade é evidenciado no trabalho de Sanches e Neves (2010) no qual a maioria dos professores investigados relata que se sentem despreparados para ensinar FMC, enquanto Sonza e Fagan (2006) e Campos e Veiga (2009) indicam que há indícios de que o conhecimento dos professores investigados está aquém do desejado e necessário e apresentam inúmeros equívocos conceituais.

Temos de considerar que a formação dos professores não se dá, apenas, na graduação, envolve a formação continuada, motivações pessoais, interações sociais e profissionais dos sujeitos para a aquisição de novos conhecimentos nos mais diferentes meios fazendo com que mesmo professores sujeitos a uma graduação

que não contemplava de forma ampla conteúdos de FMC possam romper com o ensino tradicional/hegemônico.

Uma dificuldade controversa verificada em discursos de professores relaciona-se à dificuldade que os alunos possuem para aprender os conteúdos da FMC, considerados abstratos e de matematização complexa (MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2009; OLIVEIRA e ALMEIDA, 2012; SANCHES e NEVES, 2010). Enquanto muitos dos professores relatam que a dificuldade conceitual e a matemática impedem a inserção de tópicos de FMC, encontramos argumentações nas pesquisas que apontam que as dificuldades conceituais e matemáticas da Física Clássica são comparáveis as da Física Moderna e Contemporânea (OSTERMANN e MOREIRA, 2000) e ainda nota-se que as abordagens dos livros didáticos destinados ao Ensino Médio ou ainda materiais didáticos do governo do estado de São Paulo não utilizam excessivo formalismo matemático, indicando que a excessiva matematização relatada pelos professores pode ser resultado da memória do que foi trabalhado na graduação ou Ensino Médio (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2012).

Ainda, em relação ao formalismo matemático da FMC, quando falamos da inserção de tópicos no Ensino Médio, certamente deve haver adaptações em relação ao que se encontra na graduação ou em livros de Ensino Superior, devendo ser adaptada para uma linguagem compreensível aos alunos:

Enquanto os estudantes que não se sentem seguros no uso da linguagem matemática também não se sentem capazes de aprender Física, e os professores dessa disciplina acreditarem que saber matemática é um pré-requisito necessário para qualquer ensino, provavelmente por admitirem como única atividade nobre em aulas de Física a resolução de exercícios, a voz dos cientistas terá pouco espaço no ambiente escolar. (ALMEIDA, 2004, p.118).

A ausência de experimentos didáticos (SILVA e CUNHA, 2011) e o conteúdo dos livros didáticos considerados desatualizados ou inadequados (SONZA e FAGAN, 2006) também são apontados como fatores que desestimulam a inovação dos conteúdos da Física escolar.

Apesar dos mais de vinte anos de pesquisas sobre FMC no EM, notamos, nas pesquisas mais atuais (últimos oito anos), que as mudanças no contexto escolar ocorrem de forma bastante morosa, mostrando que atribuir a um único motivo o fracasso escolar ou a ausência de inovações seria uma premissa equivocada. As dificuldades apontadas nesta seção podem nos servir para refletir sobre as condições de produção dos professores. Notamos que os tempos escolares

dificultam a possibilidade de sistematização e discussão coletiva do trabalho, considera-se que há problemas para formação inicial e continuada, dificuldade para obtenção de experimentos e materiais didáticos, mas, ainda assim, há professores da escola básica se articulando com a pesquisa e com outras esferas da escola e da universidade, como vimos na seção anterior, produzindo trabalhos diferenciados e propostas inovadoras, mostrando que há caminhos para superar muitas das lacunas aqui apontadas.

2.1.2 TESES E DISSERTAÇÕES

Apresentamos, nesta seção, análise de treze dissertações de mestrado e duas teses de doutorado, nas quais havia levantamento de concepções de professores ou propostas didáticas desenvolvidas em sala de aula com a temática da FMC.

Em seu trabalho de dissertação, Siqueira (2006) traz proposta didática para o ensino de Física de Partículas Elementares no Ensino Médio. A sequência de ensino elaborada pelo pesquisador foi aplicada por dois professores da rede estadual de ensino, os professores foram integrantes de um grupo de pesquisa da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, instituição na qual a dissertação foi desenvolvida. O envolvimento dos professores em processos de inovação curricular é destacado pelo autor, criticando as pesquisas em ensino que não levam em conta a formação do professor:

é necessário que as pesquisas possam interagir com os docentes, não só do E.M. É de extrema importância a criação de grupos de pesquisa, a criação de mais cursos de formação continuada, encurtando o espaço entre pesquisa e professor para que, desta forma, as propostas que buscam a melhoria do ensino não sejam esquecidas, ou feitas em vão (SIQUEIRA, 2006, p. 104).

Siqueira (2006) ressalta a importância da participação dos professores das turmas, norteando a estruturação do curso, discutindo as adaptações que deviam ser feitas para a obtenção de melhores resultados de aprendizagem dos alunos. No entanto, a formação dos dois professores é apontada como um obstáculo à implementação da proposta, visto que nenhum deles havia estudado os tópicos da proposta durante a graduação e nunca haviam trabalhado ou estudado a maioria dos conceitos, sendo necessária a capacitação dos professores ao longo do

processo. A carga horária reduzida foi apontada como o principal obstáculo ao desenvolvimento do curso, que não teve tempo hábil para ser completado. Outro obstáculo apontado no desenvolvimento da proposta constituiu o formalismo matemático dos conceitos considerado muito avançado para o nível dos alunos do EM e até mesmo professores.

Com base em observação de aulas de dois professores do EM, Azevedo (2008) analisou a possibilidade de uma proposta didática. A temática da dualidade onda partícula tornou-se parte do saber escolar tomando como base a aceitação dos alunos. Os professores utilizaram a proposta de Siqueira (2006) durante as aulas, e a pesquisadora conclui que os professores de posse de um material de referência podem trabalhar na Transposição Didática interna de modo a conseguir maior envolvimento dos alunos.

Silva (2009), em sua dissertação, apresenta os resultados de aprendizagem de alunos do terceiro do ensino médio, em uma sequência didática previamente estabelecida como parte do projeto “Atualização dos currículos de Física no Ensino Médio de escolas estaduais: a transposição das teorias modernas e contemporâneas para sala de aula”, sobre a dualidade onda-partícula e o modelo atômico de Bohr. O pesquisador acompanhou aulas ministradas por professores e, embora o foco tenha sido a aprendizagem dos alunos, relata as mudanças de estratégias para o desenvolvimento das aulas e o grau de envolvimento e comprometimento pelos professores, indicando que devido à fatores estruturais houve alteração de aulas, dispensa de alunos dificultando o cumprimento do cronograma do professor, sendo necessário que o professor fizesse escolhas e dedicasse mais tempo a algumas atividades em detrimento de outras.

Paiva (2009) traz, em sua dissertação, um estudo realizado com base em dados colhidos em suas aulas. O pesquisador e professor do EM relatam que, anteriormente, já havia recebido, em suas aulas, estagiários e alunos de pós-graduação para tomada de dados em outras pesquisas sobre ensino, fato que facilitou o planejamento do registro em vídeo devido à familiaridade com a filmagem de suas práticas. Relata que adaptou textos produzidos por Siqueira (2006) para o ensino de Física de partículas, e que, embora fosse possível a aplicação da proposta de ensino por outro professor, preferiu ministrar as aulas pelas questões de registro presencial e conhecimento pleno do planejamento das atividades. Faz a

análise de representações pictóricas dos alunos e as suas contribuições para o ensino.

Além de Paiva (2009), Karam (2005), Ferreira (2013) e Rocha (2013), trazem propostas didáticas com a temática da FMC em suas dissertações, nas quais os pesquisadores atuam como professores que ministram aulas em turmas do EM. Esses trabalhos buscam alternativas para transpor os conteúdos da FMC para o EM, com uso de metodologias diferenciadas, como a História e Filosofia da Ciência, mediações tecnológicas e abordagens fenomenológicas conceituais, apresentando resultados de aprendizagem em sala de aula e as dificuldades na construção e implantação das propostas.

Groch (2011) apresenta significativa contribuição ao estudo das práticas docentes. Em sua dissertação, faz levantamento de professores que abordam tópicos de FMC em suas aulas e faz análise tomando como referencial os pressupostos da Transposição Didática de Chevallard, argumentando sobre a terapêutica didática alcançada pelos sujeitos observados em sua pesquisa. Esse trabalho contou com a observação e registro de aulas desenvolvidas por professores da rede pública de ensino do estado do Paraná. E o autor identifica, em suas análises, as dificuldades encontradas pelos professores para implementação do tema e apresenta contribuições que os professores oferecem para construção de conhecimentos para o ensino de FMC.

Em sua dissertação, Potenza (2011) afirma que a FMC parece não estar estruturada qualitativamente como disciplina escolar em nenhum dos níveis de ensino. Ainda que claramente definidas as finalidades da inserção da FMC, “os professores (formadores e da escola básica) não estão conseguindo fazer seu uso na elaboração das disciplinas” (POTENZA, 2011, p. 124). A autora considera que há um descompasso entre as finalidades formativas dos ensinos superior e médio, implicando dificuldades para o professor estruturar os conhecimentos de FMC que serão desenvolvidos no EM. Argumenta que, nos conteúdos da Física Clássica, o professor possui o conhecimento tácito de quando era aluno e, no caso da FMC, “ele precisa construir a ponte e ainda alicerçar o terreno de uma das extremidades, precisa definir o que realizar em sala de aula” (POTENZA, 2011, p. 125).

Rocha (2011), por meio da análise de questionários e entrevistas semiestruturadas busca, em sua dissertação, entender como as crenças de autoeficácia de professores influenciam seu trabalho em um contexto de inovação

curricular com a inserção de tópicos de FMC. Aponta que a soma de uma base sólida de conhecimentos do professor com a crença na sua capacidade se torna condição crucial para a função docente. Destaca-se neste trabalho a presença de um dos professores com elevado desejo de inovação e interesse pela busca de conhecimento de forma que:

Essa estrutura se fortificou de tal maneira que os problemas tão comuns ao trabalho docente, como a falta de interesse dos alunos, a falta de materiais para a realização de experimentos, as dificuldades com relação à Matemática, pareceram não afetar seus objetivos iniciais. O professor se mantém firme em sua posição e sempre busca alternativas para tentar contornar as adversidades, ou seja, tais infortúnios não colaboram para a dúvida de suas capacidades, nem sobre o seu desejo de mudança. (ROCHA, 2011, p. 157)

Siqueira (2012), em sua tese, faz um levantamento dos obstáculos encontrados por seis professores que obtiveram sucesso na implementação de inovações curriculares com o ensino de FMC em sala de aula, relacionando os saberes desenvolvidos por eles para a superação desses obstáculos. O autor indica que os principais fatores que levaram ao sucesso desses professores foram: i) deliberada vontade de inovar; ii) apoio de especialistas e de seus pares; iii) foram tomados como elementos essenciais nesse processo de inovação, com participação ativa em todo o processo. Ressaltamos que neste trabalho o professor é apontado como protagonista, tendo papel fundamental, sendo destacada a sua atuação e a importância da socialização dos saberes para o seu desenvolvimento profissional:

Além disso, pode-se notar que alguns obstáculos manifestaram-se somente quando os professores foram chamados a ministrar cursos para outros professores. Isso aconteceu principalmente com a manifestação daqueles relacionados ao conteúdo e à metodologia. Essa observação mostra que a interação entre pares, como no caso de cursos para outros professores é parte importante da formação e do desenvolvimento profissional desses professores. (SIQUEIRA, 2012, p. 177)

Dessa forma, acreditamos que a interação entre pares, seja nos cursos de formação continuada, no trabalho conjunto dos professores de uma escola, ou na participação em eventos de pesquisa para a exposição e compartilhamento de saberes, é parte fundamental da função docente.

Shinomiya (2013) analisa, em sua tese, os saberes docentes em sequências didáticas que envolvem o ensino de FMC, desenvolvidas e aplicadas por quatro professores do EM. O autor utiliza nove categorias para análise das aulas observadas: aula expositiva com uso do *powerpoint* (ppt); aula expositiva; atividade prática; atividade com texto; avaliação; exibição de filmes; demonstração; simulação;

outros. Com base na análise das aulas, propõe cinco categorias consideradas importantes em situações de inovação curricular: saber transpor; saber utilizar recursos audiovisuais; saber organizar/planejar situações didáticas; saber elaborar os mecanismos de avaliação; saber gerir o funcionamento de uma sala de aula. O autor aponta que, nas aulas dos quatro professores, praticamente não houve a presença de atividades avaliativas, justificado pelo fato de se tratar de uma proposta nova sem um mecanismo próprio para esse fim, no entanto, os professores atribuíram notas às atividades práticas e questionários prévios.

Nesse sentido, podemos considerar que, quando se pensa em propostas inovadoras, há a necessidade de repensar o próprio processo de avaliação sem pensá-lo como um exame escrito ao fim de um conjunto de tópicos, “as inovações didáticas devem estar ligadas às inovações na avaliação, pois uma nova postura metodológica em sala de aula fica inconsistente com uma postura tradicional de avaliação” (CARVALHO, 2013, p.1).

Além dos trabalhos citados anteriormente nesta seção, muitos outros com a temática da FMC chegaram à sala de aula (SOUSA, 2009; BARRELO JUNIOR, 2010; SILVA, 2011; JOAQUIM, 2013) e envolveram a participação de professores principalmente para aplicação de propostas didáticas elaboradas por estudantes de pós-graduação/ grupos de pesquisa, tendo como objeto de estudo a aprendizagem dos alunos ou a validação de novas propostas inovadoras.

Se pretendêssemos fazer uma conclusão generalista dessa seção, poderíamos retomar uma das condições que Siqueira (2012) aponta como necessária para a existência de inovação curricular no Ensino Médio: ii) apoio de especialistas e de seus pares. A invisibilidade do professor que percebemos nos trabalhos publicados em eventos de pesquisa que analisamos parece aqui dar lugar a uma visão de que, para a inovação curricular ocorrer, deve haver, de alguma forma, a interação com a universidade, seja formando grupos de discussão entre pesquisadores e professores da Educação Básica, oferecendo recursos e treinamentos, ou ainda se tornando necessária a obtenção de títulos de mestrado/doutorado. Claramente, esses são caminhos que oferecem melhorias no ensino, com inúmeros êxitos como os notados nesta seção. Deixamos como questão para reflexão: a academia tem como dar conta de oferecer esse suporte para todos os professores da Educação Básica nesse processo de formação contínua. A própria formação inicial, às vezes, é apontada como deficiente.

3 NORTEADORES DO TRABALHO DOCENTE: ORIENTAÇÕES CURRICULARES E PROPOSTAS DE ENSINO

Argumentamos, em capítulos anteriores, que a construção de conhecimentos pelo professor considera não apenas o seu contato direto com os alunos e tem a influência de outras esferas como as pesquisas em ensino e as orientações curriculares.

Apresentaremos neste capítulo características principais das orientações curriculares nacionais brasileiras e as diretrizes orientadoras da Educação Básica do estado do Paraná, dando ênfase às argumentações sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea nesses documentos.

Ainda que as orientações curriculares não possuam caráter normativo, e às vezes, não seja de conhecimento de todos os professores da Educação Básica, esses documentos atuam de forma a orientá-los de acordo com os objetivos educacionais da legislação brasileira, norteiam a produção de livros didáticos, e pode servir como subsídio para se pensar na atualização curricular. Como exemplo, citamos que a necessidade de inclusão de elementos da FMC no Ensino Médio está presente de forma marcante nesses documentos.

O trabalho do professor, cujas aulas observamos, apresentou principalmente os tópicos de ondulatória culminando na argumentação sobre o efeito fotoelétrico. Então, trazemos destacadas as orientações curriculares referentes a esses conceitos, além disso, na seção seguinte, descreveremos algumas sequências de ensino apresentadas na literatura sobre o ensino do efeito fotoelétrico.

Além de fornecer justificativas para a presença de conceitos de FMC no EM, a análise de propostas com esses temas permite notar algumas semelhanças e dificuldades para o desenvolvimento de propostas inovadoras de ensino.

Acreditamos que essas discussões são importantes, afinal algumas dessas argumentações se apresentaram de forma direta na entrevista do professor e na forma como sua sequência de ensino foi desenvolvida. Poderemos, assim, comparar as semelhanças e diferenças entre os registros observados em nosso trabalho e os dados obtidos em outros trabalhos acadêmicos.

3.1 PCNEM+: ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM+) trazem sugestões de como selecionar conteúdos e opções metodológicas, ou de como organizar uma sequência didática, oferecendo diversas possibilidades, objetivando o desenvolvimento de competências que transcendem temas e disciplinas. Cada competência é composta por um conjunto coerente de habilidades.

Dentre as competências desejáveis, encontra-se “Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea”, relacionada, diretamente, à competência em Física:

Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir. Por exemplo, como a relatividade ou as ideias quânticas povoam o imaginário e a cultura contemporânea, conduzindo à extrapolação de seus conceitos para diversas áreas, como para a Economia ou Biologia (BRASIL, 2002, p. 67).

Os PCNEM+ propõem seis temas estruturadores, apresentados em seguida, que sistematizam e organizam conteúdos da Física. Ainda que apresentados com uma numeração crescente, que pode sugerir uma ordem específica, as orientações apontam que não há forma única e rígida de organizá-los.

1. Movimentos: variações e conservações.
2. Calor, ambiente e usos de energia.
3. Som, imagem e informação.
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações.
5. Matéria e radiação.
6. Universo, Terra e vida.

Os autores das PCNEM+, ao comentar sobre o tema estruturador Matéria e Radiação, afirmam explicitamente:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos (BRASIL, 2002, p. 70).

Assim, de forma evidente, notamos que o tema Matéria e Radiação relaciona-se, de forma direta, com os conteúdos da Física Moderna e Contemporânea. Ainda dentro desse tema estruturador, dentre as possíveis unidades temáticas sugeridas encontramos: Matéria e suas propriedades; Radiações e suas interações; Energia Nuclear e Radioatividade.

3.2 DIRETRIZES CURRICULARES ORIENTADORAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO PARANÁ⁵: FÍSICA

O estado do Paraná, a partir do ano de 2008, passou a contar com diretrizes curriculares próprias. O documento apresenta a concepção de currículo, orientações gerais a todas as disciplinas, assim como sugestões de organização curricular, além de orientações específicas para a disciplina de Física, com os seus fundamentos metodológicos. Os conteúdos propostos estão organizados no que o documento chama de conteúdos estruturantes:

Entende-se por conteúdos estruturantes os conhecimentos de grande amplitude, conceitos, teorias ou práticas, que identificam e organizam os campos de estudos de uma disciplina escolar, considerados fundamentais para a compreensão de seu objeto de estudo/ensino. Esses conteúdos são selecionados a partir de uma análise histórica da ciência de referência (quando for o caso) e da disciplina escolar, sendo trazidos para a escola para serem socializados, apropriados pelos alunos, por meio das metodologias críticas de ensino-aprendizagem. (PARANÁ, 2008, p. 25).

Os conteúdos estruturantes da Física são: Movimento, Termodinâmica e Eletromagnetismo. Nota-se que não há de forma direta um conteúdo estruturante ou básico relacionado à Física Moderna. A esse fato podemos atribuir a interpretação de que, para esse documento, há integração/articulação entre conteúdos básicos da FMC e outros da Física Clássica.

Como exemplo dessas articulações percebidas ao longo do documento, o estudo da “Natureza da Luz e suas Propriedades” está presente no conteúdo estruturante Eletromagnetismo no qual se espera que os alunos tenham compreensão da luz como parte da radiação eletromagnética, que possui energia quantizada e manifesta comportamento ondulatório (por exemplo, na interferência

⁵ O documento, em sua publicação original, tem o título de “Diretrizes Curriculares da Educação Básica”, após um processo de avaliação o Conselho Estadual da Educação, através de um parecer, sugere a substituição da nomenclatura para “Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica para a Rede Estadual de Ensino”, por entender que “as Diretrizes Curriculares Nacionais já foram traçadas pelo Conselho Nacional, que sobrepõem às definições estaduais nesta matéria” (PARANÁ, 2010, p. 5).

luminosa) e corpuscular, como no efeito fotoelétrico, e que essas características da luz podem ser extrapoladas para partículas, como o elétron. No conteúdo estruturante Mecânica, há o conteúdo básico Gravitação ao qual se sugere uma abordagem que considere tanto o modelo científico presente na gravitação newtoniana quanto o modelo da Teoria da Relatividade Geral.

3.3 CADERNO DE EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM

No estado do Paraná, além das Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado, foi lançado, em 2012, o Caderno de Expectativas de Aprendizagem. Aponta-se que sua elaboração ocorreu de forma coletiva contando com a participação de professores e de técnicos-pedagógicos dos Núcleos Regionais de Ensino. Esse caderno busca expressar “aquilo que é essencial ao aluno conhecer ao final de cada ano do Ensino Fundamental e ao final do Ensino Médio, dentro de cada conteúdo básico definido nas Diretrizes” (PARANÁ, 2012, p. 5).

As Expectativas de Aprendizagem representam um objetivo a ser alcançado, cabendo às escolas e ao professor, em seu Plano de Trabalho Docente, a definição do caminho a ser percorrido para que os alunos aprendam. Além da indicação dos objetivos, as Expectativas de Aprendizagem podem ser entendidas como elementos balizadores a serem utilizadas como referencial para o planejamento das aulas e para o acompanhamento do trabalho pedagógico.

O documento traz expectativas de aprendizagem para todas as disciplinas do Ensino Fundamental (a partir do 6º ano) e do Ensino Médio, mas em nosso trabalho faremos considerações acerca das Expectativas de Aprendizagem da disciplina de Física.

O texto recomenda que o ensino de Física com enfoque matemático seja evitado, “pois está em desacordo com o que é proposto pelas DCE – Física, assim como não contribui para a formação da identidade dessa disciplina” (PARANÁ, 2012, p. 46). Mas, dentre as expectativas gerais de aprendizagem da disciplina de Física, espera-se que o aluno “compreenda e utilize a Matemática como linguagem para expressar os modelos físicos, utilizando esses modelos e reconhecendo seus limites de validade” (PARANÁ, 2012, p. 47). Como o documento não traz maior

detalhamento sobre o enfoque matemático que deve ser evitado, parece haver desarticulação entre as orientações e os objetivos esperados.

O documento se mostra favorável à inserção da FMC, indicando que o estudo da luz considere dualidade onda-partícula e a quantização, que o estudo da Física newtoniana apresente características da Física relativística e que o estudo dos modelos atômicos traga as contribuições desenvolvidas na FMC.

Com relação aos modelos atômicos, indica-se que seu estudo pode ser realizado tanto na disciplina de Física quanto na disciplina de Química, cabendo ao professor a percepção das contribuições que esse conteúdo pode trazer para a formação do aluno, sem que soe repetitivo, isto é, respeitando o olhar específico de cada disciplina.

No que tange à disciplina de Física tanto as Diretrizes Curriculares Estaduais quanto o Caderno de Expectativas de Aprendizagem apresentam, anexados aos documentos, quadros com conteúdos básicos. O quadro das Diretrizes Curriculares Estaduais apresenta: conteúdo estruturante, conteúdo básico, abordagem teórico-metodológica e avaliação. Por sua vez, o quadro do Caderno de Expectativas de Aprendizagem não traz a coluna abordagem teórico-metodológica e substitui o termo avaliação pelo termo expectativas de aprendizagem havendo algumas poucas diferenças entre estes nessa última coluna. Cabe ressaltar que os documentos não trazem recomendações quanto às séries em que os conteúdos estruturantes devam ser ministrados, ficando a cargo do professor em conjunto com a equipe pedagógica de cada escola escolher qual a sequência a ser executada.

Apresentamos, nos Quadros 5 e 6, o conteúdo básico “Natureza da luz e suas propriedades” do conteúdo estruturante Eletromagnetismo de ambos os documentos. Esse conteúdo se enquadra de forma mais explícita no contexto das aulas observadas e suas orientações permitem compreender algumas das influências exercidas sobre o trabalho do professor que observamos nesta pesquisa.

Conteúdo Básico	Expectativas de aprendizagem
A natureza da luz e suas propriedades	79. Compreenda a existência de certas rupturas no processo histórico da ciência (por exemplo, a catástrofe do ultravioleta), causada pelo surgimento de problemas não explicáveis pelo corpo teórico aceito e legitimado por uma comunidade científica, mas promovendo o desenvolvimento de novos conhecimentos, por exemplo, a quantização da energia. 80. <u>Compreenda a luz como radiação eletromagnética localizada dentro de uma</u>

<p><u>pequena faixa do espectro eletromagnético, relacionando os comprimentos de onda às cores deste espectro.</u></p> <p>81. <u>Compreenda a luz como pacotes de ondas (energia quantizada) que pode interagir com a matéria, apresentando alguns comportamentos típicos de partículas e outros, de ondas, ou seja, o entendimento da luz a partir do comportamento dual onda-partícula.</u></p> <p>82. <u>Compreenda os fenômenos de difração, interferência e polarização como evidências do caráter ondulatório da luz, e o efeito fotoelétrico como típico do comportamento corpuscular da luz.</u></p> <p>83. <u>Compreenda a natureza dual (onda-partícula) presentes nas interações de partículas atômicas com a matéria, por exemplo, a difração com um feixe de elétrons.</u></p> <p>84. <u>Reconheça os fenômenos luminosos como refração, reflexão, dispersão, absorção e espalhamento, utilizando esses conhecimentos para explicar, por exemplo, a formação do arco-íris e a cor do céu dentre outros fenômenos.</u></p>
--

Quadro 5: Natureza da luz e suas propriedades no Caderno de Expectativas de Aprendizagem.

Fonte: (PARANÁ, 2012, grifo nosso)

Conteúdo Básico	Abordagem Teórico-Metodológica	Avaliação
A natureza da luz e suas propriedades	<p>O tratamento pedagógico desses conteúdos básicos deverá considerar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>que o estudo da ondulatória deve se iniciar pelas ondas mecânicas, pois são mais “visíveis” ou perceptíveis no cotidiano. No entanto, as ondas eletromagnéticas, entre elas a luz visível, também estão presentes no dia-a-dia, porém o modelo matemático para ondas não encontra uma correspondência direta com este fenômeno, sendo ótimo para mostrar a diferença entre modelo e fenômeno, diferenciando real do abstrato.</u> • o contexto histórico-social da construção científica entendida como um produto da cultura humana, sujeita aos determinantes de cada época; • a Epistemologia, a História e a Filosofia da Ciência – uma forma de trabalhar é a utilização de textos originais traduzidos para o português ou não, pois se entende que eles contribuem para aproximar estudantes e professores da produção científica, a compreensão dos conceitos formulados pelos cientistas e os obstáculos epistemológicos encontrados; a Epistemologia, a História e a Filosofia da Ciência – uma forma de trabalhar é a utilização de textos originais traduzidos para o português ou não, pois se entende que eles contribuem para aproximar estudantes e 	<p>Com base na formulação das equações de Maxwell e a comprovação experimental de Hertz, a luz passou a ser entendida como entidade eletromagnética. No entanto, estudos realizados no final do século XIX e início do século XX levaram ao estabelecimento da natureza corpuscular da luz (os quanta).</p> <p>Isso contribui para a apresentação da Física como uma ciência construída e em construção. Dessa forma, ao se avaliar o estudante espera-se que ele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • entenda o propósito do estudo da luz no contexto do eletromagnetismo; • <u>conceba a luz como parte da radiação eletromagnética, localizada entre as radiações de alta e baixa energia, que manifesta dois comportamentos, o ondulatório e o de partícula, dependendo do tipo de interação com a matéria;</u> • <u>entenda os processos de desvio da luz, a refração que pode ocorrer tanto com a mudança do meio quanto com a alteração da densidade do meio, além do processo de reflexão, no qual a luz</u>

	<p>professores da produção científica, a compreensão dos conceitos formulados pelos cientistas e os obstáculos epistemológicos encontrados;</p> <ul style="list-style-type: none"> • o reconhecimento da Física como um campo teórico com conceitos fundamentais que dão sustentação ao eletromagnetismo, bem como o domínio das ideias, das leis, dos conceitos e definições presentes na teoria e sua linguagem científica; • as relações da Física com a Física e com outros campos do conhecimento; • o contexto social dos estudantes, suas concepções, seu cotidiano, possíveis pontos de partida para problematizações; • textos de divulgação científica, literários, etc.; • experimentação para discussão das ideias e conceitos do eletromagnetismo. 	<p><u>é desviada sem mudança de meio:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>entenda os fenômenos luminosos como os de reflexão total, reflexão difusa, dispersão e absorção da luz, dentre outros importantes para a compreensão de fenômenos cotidianos que ocorrem simultaneamente na natureza, porém, às vezes um ou outro se sobressai;</u> • associe fenômenos cotidianos relacionados à luz como por exemplo: a formação do arco-íris, a percepção das cores, a cor do céu dentre outros, aos fenômenos luminosos estudados; • <u>compreenda a luz como energia quantizada que, ao interagir com a matéria, apresenta alguns comportamentos que são típicos de partículas (por exemplo, o efeito fotoelétrico) e outros de ondas (por exemplo, a interferência luminosa), ou seja, entenda a luz a partir do comportamento dual;</u> • extrapole o conhecimento da dualidade onda-partícula à matéria, como por exemplo ao elétron.
--	--	---

Quadro 6: Natureza da luz e suas propriedades nas Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica

Fonte: (PARANÁ, 2012, grifo nosso)

Na análise da sequência de aulas observada e na entrevista realizada com o professor, poderemos notar que há consonância entre as diretrizes estaduais e a forma como o trabalho é desenvolvido, apontaremos o conhecimento desses documentos e o uso consciente desse material.

3.4 PROPOSTAS DE ENSINO DO EFEITO FOTOELÉTRICO

Cavalcante e Tavoraro (2001) apresentam proposta composta por cinco atividades para o ensino da dualidade onda-partícula da luz, a sequência de ensino foi desenvolvida na forma de oficina para professores do Ensino Médio. A seguir, descrevemos, de forma sucinta, as atividades desenvolvidas:

- Atividade 1: interferência e difração para a luz e ondas eletromagnéticas (análise da interferência construtiva e destrutiva de ondas, experimento para difração da luz com uma caneta laser e uma rede de difração);
- Atividade 2: interferência de Young para ondas mecânicas;
- Atividade 3: espectroscopia (análise do espectro contínuo e discreto de lâmpadas com o uso de experimentos);
- Atividade 4: efeito fotoelétrico (inicia-se coma experiência de uma célula fotoelétrica acoplada a um multímetro e complementa as explicações com uma simulação computacional);
- Atividade 5: difração de elétrons (através da utilização de um experimento e de um simulador computacional).

O trabalho de dissertação de Cardoso (2011) traz uma proposta de utilização de uma simulação computacional para o ensino-aprendizagem do efeito fotoelétrico. As atividades da proposta de ensino foram aplicadas a dez alunos do terceiro ano do Ensino Médio, no contra turno das aulas regulares, tendo uma duração total de cinco horas. A sequência foi organizada em cinco etapas baseadas na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel:

- pré-teste (levantamento de conceitos prévios dos alunos);
- organizadores prévios;
 - vídeo 1: aplicações tecnológicas do efeito fotoelétrico;
 - vídeo 2: explicação do fenômeno por meio de animações;
 - leitura de um texto extraído de um livro didático de Física;
- simulação computacional/ roteiro de atividades (simulador elaborado pelo projeto PHET da Universidade do Colorado (EUA));
- organizador explicativo (apresentação de um mapa conceitual);
- avaliação final.

Cardoso (2011) indica que há escassez de recursos didáticos (vídeos e textos) para a abordagem do efeito fotoelétrico e enfatiza a importância do professor na seleção dos materiais, organização da estrutura da aula e do esclarecimento de dúvidas.

Brockington (2005), em sua dissertação, apresenta um curso com a temática da dualidade onda-partícula da luz, utiliza-se das regras da Transposição Didática para analisar a sequência de ensino. Essa sequência foi elaborada pelo pesquisador

e aplicada em sala de aula por uma professora da rede pública, integrante de um grupo da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Esse grupo tem como objetivo a melhoria da qualidade do ensino nas escolas estaduais e é composta por alunos de pós-graduação, pesquisadores da universidade e professores da rede estadual de ensino.

A proposta de Brockington (2005) foi desenvolvida em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio e fez análise das respostas dos alunos a um questionário final e dos registros em vídeo das aulas.

A carga horária reduzida foi um dos problemas apontados pelo autor, no desenvolvimento dessa sequência de ensino, com apenas duas aulas de cinquenta minutos por semana. Soma-se a esse fato a realização de reuniões de pais, conselhos de classe e outros eventos escolares:

Não raro, durante todo o ano, várias aulas cediam espaço para atividades culturais, como “A Semana da Higiene Bucal”, “Semana dos Esportes Radicais”, ou quando os alunos eram levados ao cinema. Desta forma, houve a perda de um número considerável de aulas. (BROCKINGTON, 2005, p. 129)

Questiona-se que essas atividades poderiam, além de atrapalhar o planejamento educacional, dificultar o processo de ensino-aprendizagem, pois, para o autor, parece difícil conceber que um aluno consiga construir um conhecimento sólido e estabelecer relações coerentes tomando contato com um conhecimento físico somente cinco semanas após este ter sido apresentado.

O autor afirma que a Matemática ensinada nas escolas brasileiras se apresenta como uma dificuldade para a estruturação de propostas relacionadas aos tópicos da FMC, mas argumenta que é possível e necessário contornar essa dificuldade, criando propostas que sejam implementadas em salas de aula reais, buscando soluções que tragam equilíbrio entre as simplificações e o formalismo matemático exagerado.

Brockington (2005) opta pela utilização dos conceitos da Física Clássica e dos modelos semiclássicos para a introdução dos conceitos da FMC, com o intuito de causar estranheza aos conteúdos da Física Quântica e gerar a noção de ruptura entre os conhecimentos clássicos e modernos. Para que os alunos pudessem contrapor e estabelecer relações, seria necessário conhecer parte da estrutura clássica e assim questionar os novos conhecimentos. Para transpor os conteúdos: fótons, quantização, estruturas atômicas modernas, dualidade onda-partícula e a

não localidade; os saberes clássicos imprescindíveis foram: características principais de ondas e partículas, eletromagnetismo clássico e modelos atômicos semiclássicos.

A sequência teve a seguinte estrutura:

- início:
 - modelos (por meio da exploração de uma “caixa preta” os alunos deviam fornecer uma explicação sobre um fenômeno);
- pontos intermediários:
 - espectroscopia (construção de um espectroscópio e análise dos espectros das lâmpadas, análise dos espectros de estrelas);
 - átomo de Bohr (exploração dos espectros contínuos e descontínuos, cálculos de transições eletrônicas e níveis de energia);
 - efeito fotoelétrico (utilização de simulação computacional e aula expositiva com um experimento utilizando um eletroscópio);
- chegada:
 - dualidade onda partícula (por meio do experimento de Mach-Zender).

As regras da Transposição consideradas por Brockington (2005) como as mais desafiadoras seriam transformar um saber em exercícios e problemas e tornar um conceito mais compreensível, esta última principalmente pela diferença do formalismo matemático existente entre o nível escolar e o saber de referência.

A dificuldade do processo de avaliação foi apontada neste trabalho, argumentando que a inovação no ensino é indissociável de inovações no processo de avaliação, apontando que “é preciso que se discuta profundamente o desenvolvimento de formas e instrumentos de avaliação mais adaptados, mais adequados aos saberes da Física Moderna” (Brockington, 2005, p. 250).

Os trabalhos de Valadares e Moreira (1998); Pereira e Aguiar (2006); Silva e Assis (2012) e Cavalcante, Rodrigues e Bueno (2013) apresentam propostas de atividades experimentais para o ensino do efeito fotoelétrico, fator comum entre esses trabalhos é a utilização de controles remotos (de aparelhos eletrônicos) e sensores, de forma que sejam detectadas as consequências da incidência das ondas eletromagnéticas emitidas pelos controles remotos sobre os sensores. Os autores argumentam que esse tipo de atividade permite a associação entre os

conceitos da Física e fenômenos tecnológicos atuais presentes no cotidiano do aluno, e permitem tornar mais acessíveis conteúdos abstratos da FMC.

Trouxemos neste capítulo alguns elementos que podem ser considerados norteadores do trabalho docente, e que ajudam a situar a produção sobre os principais tópicos que serão apresentados no prosseguimento de nosso trabalho.

Consideramos as propostas de ensino de tópicos de Física Moderna e Contemporânea norteadoras por serem resultado de pesquisas estruturadas submetidas ao crivo dos pares nessa área. Nas aulas registradas e na entrevista com o professor, notamos que havia conhecimento de propostas sobre FMC e conhecimento do trabalho de pesquisa de autores nessa área.

Na sequência passamos a trazer discussões sobre a metodologia de pesquisa utilizada e a caracterizar o professor e a escola que observamos, para posteriormente apresentar análises das aulas e do trabalho docente.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA E PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

Adotamos a metodologia da pesquisa qualitativa, visto que esta permite ao investigador conhecer as formas como elementos da cultura específicos de uma escola interferem nas ações das pessoas que atuam nesse ambiente. Para Van der Maren⁶, no âmbito escolar, é impossível formular leis gerais de funcionamento, e:

a investigação no campo da educação só dificilmente é verificativa; ela não se pode verdadeiramente submeter às exigências de uma perspectiva quantitativa. Se se pretender que a investigação seja consistente com as características do objeto e com os obstáculos do campo, ela será sobretudo explorativa-compreensiva. (VAN DER MAREN, 1987 citado por LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005, p.98)

Ainda que de posse de questões e problemas iniciais de pesquisa, na metodologia da pesquisa qualitativa, a formulação das questões e das variáveis sofre processo de alteração ao longo do percurso do estudo.

Para Huberman⁷:

O investigador desembarca no campo da pesquisa munido de um quadro conceptual em embrião e de uma série de questões de âmbito geral. À medida que coloca as suas perguntas e observa o comportamento dos actores, o investigador recolhe uma série de respostas. [...] Pouco a pouco as respostas tornar-se-ão mais consistente e integradas. Ao mesmo tempo verificará que sobressaem certos temas importantes, *leit motiv* ou factores-chave que surgem com frequência nas respostas às questões e nas explicações prestadas pelos actores. (1981, citado por LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005, p.103)

Segundo Gamboa, mesmo em estudos que envolvam quantidades, se os dados são “interpretados e contextualizados à dinâmica social mais ampla, a análise torna-se qualitativa” (2000, p.106).

A metodologia da pesquisa qualitativa traz, portanto, diferentes procedimentos metodológicos que podem auxiliar na análise do objeto de estudo. Dentre estes, optamos por realizar um estudo com características etnográficas, que incluiu a observação em sala de aula e uma entrevista semiestruturada.

⁶ VAN DER MAREN, Jean-Marie. **Méthodes Qualitatives de Recherche en Éducation**. Conferências dadas no CIRADE, UQAM. Faculdade das Ciências da Educação, Universidade de Montreal. Dez. 1987

⁷ HUBERMAN, Michael. **Splendeur, difficultés et promesses de la recherche qualitative**. In Education et recherche, vol. 3, n. 3, 1981.

4.1 ESTUDOS ETNOGRÁFICOS

Para Rockwell (1987), o trabalho etnográfico pode ser descrito, minimamente, como o processo de documentar o não documentado. Consiste em documentar e explicar aquilo que às vezes se considera espontâneo. O trabalho etnográfico envolve em estar em um local, participar, observar e conversar sobre os fatos ocorridos e registrar a maior parte possível dessa experiência. A interação com o campo etnográfico, enquanto atividade social, está além de nosso controle. O que é feito no campo depende da construção do objeto em estudo, depende do que é posto pelos sujeitos com os quais interagimos no estudo. Temos, no processo de observação, nossos próprios processos inconscientes, e ainda assim registramos nossas interpretações. A autora revela que, às vezes, é difícil e angustiante a necessidade de explicitar aos outros o que se observa em um sujeito. E, dessa forma, devemos estar atentos às questões éticas como:

- O que se pode registrar?
- O que é pertinente?
- O que será público e o que será privado?

De acordo com Rockwell:

Propomos o compromisso de desenvolver uma documentação de campo que seja pública e não privada, não com o objetivo de eliminar a "subjetividade", para o positivista, e sim com a intenção de coletivizar o processo de construção do conhecimento, de socializá-lo com o uso de registros de campo inteligíveis para os demais integrantes da equipe. (1987, p.15, tradução nossa).

Ainda que se tenha essa necessidade de disponibilizar uma documentação ampla com os registros do trabalho, para a autora, boa parte do registro reside na memória do pesquisador, e a interpretação, feita por este, faz com que, geralmente, sejam mais valiosos os fragmentos textuais do discurso do que o todo, resumido em palavras do pesquisador, uma vez que, além dos registros, existem elementos "intangíveis, não escritos, que se lembra e qualificam e dão maior objetividade à interpretação" (ROCKWELL, 1987, p.16, tradução nossa). Com base nesses trechos e regularidades, é possível reconstruir relações, estruturas e processos cuja generalidade excede a particularidade da situação presenciada.

Para Genzuk (2003), a pesquisa etnográfica típica emprega três tipos de coletas de dados: entrevistas, observação e documentos. Estas, por sua vez, resultam em três tipos de dados: citações, descrições e trechos de documentos que visam à construção de uma descrição narrativa. Adotamos essa mesma interpretação de que as observações em sala de aula e a entrevista fazem parte do trabalho etnográfico.

Com relação ao processo de entrada no campo de estudo, Rockwell (1987) defende que não há entrada neutra, e que esta deve ser pensada em função do objeto de estudo.

Uma vez que os processos de interação entre pesquisador e interlocutores ocorrem de forma diferente daquela da vida cotidiana, às vezes, é necessário demonstrar que não se conhece ou não se compreende alguns dos assuntos com os quais trabalhamos, para que seja possível ouvir novas versões sobre o assunto conhecido.

Cientes desses elementos que permeiam a interpretação e inserção no campo da observação, em especial com características etnográficas, justificamos nossa escolha por um estudo dessa natureza pela necessidade de buscar identificar aspectos não documentados para entender a prática de professores. O estudo etnográfico pode fornecer elementos distintos dos evidenciados por entrevistas, ou análise documental, ampliando a compreensão sobre as formas de construção dos saberes escolares, em seu próprio campo, ou seja, na escola, na sala de aula.

4.2 OBSERVAÇÃO EM SALA DE AULA

Ao longo do primeiro semestre de 2013, foram acompanhadas aulas de Física de nove turmas do Ensino Médio de um colégio da rede estadual de ensino do Paraná, sendo cinco turmas do terceiro e quatro do segundo ano. Optamos por realizar o registro de todas as aulas que fossem ministradas em pelo menos uma das turmas de cada ano, para isso o autor da dissertação realizou observações em dois ou três dias por semana. Ao longo do semestre, ocorreram diversas mudanças na grade horária das turmas, havendo a necessidade de em alguns períodos acrescentarmos um dia de observação na escola para dar conta de observar tanto terceiro quanto segundo ano.

Fez-se a opção pela realização de observação semiestruturada, na qual o observador passa a integrar a cultura dos sujeitos, e tendo consciência de que nem todos os elementos presentes em um espaço são passíveis de serem registrados, optou-se pela utilização de categorias observacionais.

Se o saber ensinado engloba a interação entre elementos da vida social, do saber científico, e não se encontra completamente pronto, adequado para todas as situações, tentamos estudar as relações do papel do professor na construção de conhecimentos escolares, notadamente aspectos diferenciados relacionados com a Física Moderna e Contemporânea. Mas não nos ativemos, apenas, a esses conteúdos, por entender que, com base na observação de diferentes momentos da prática docente, seria possível compreender os objetivos que se pretende com o ensino de uma forma mais ampla, além de permitir a compreensão das diferentes estratégias utilizadas pelo professor, em função dos saberes que estavam sendo ensinados.

Tínhamos a percepção de que a imersão no campo de observação, o mais cedo possível em um ano letivo, poderia facilitar a análise de nosso objeto de estudo sem que houvesse influência/interferência muito grande sobre o que se buscava estudar. Segundo Vianna:

Em observações em sala de aula, uma mudança que se opere no comportamento do professor e dos alunos, pela presença do observador, pode comprometer todo o trabalho de pesquisa. Um artifício para minimizar a influência do efeito do observador seria a presença do mesmo em sala várias vezes, mas sem coletar dados, afim de que professor e alunos, a serem observados, se acostumem com a sua presença e possam agir com maior naturalidade durante o processo efetivo da realização da observação. (2003, p. 10)

Nosso acompanhamento do trabalho docente se iniciou logo na semana de planejamento de atividades e o ingresso na sala de aula se deu desde o primeiro dia letivo, ao longo do período de observações dos alunos já estavam acostumados com a presença do pesquisador em suas aulas de Física.

Ainda pensando na interferência no espaço onde seriam realizadas as observações, para o registro de dados, optamos por não utilizar câmeras ou dispositivos eletrônicos no registro das aulas, mas cientes da necessidade de registro das informações de forma imediata, optamos por fazê-lo por meio de registro escrito.

Dentre as atenções necessárias para a análise dos dados observados, Vianna ressalta que:

Especialmente, em se tratando de observação em sala de aula, os registros, sobretudo os que se destinam à análise qualitativa, devem ser imediatamente tratados e analisados, pela complexidade do campo objeto em estudo. (2003, p. 97).

Tendo essa preocupação em mente, ao longo do semestre, em que as observações foram realizadas, houve a elaboração de um primeiro registro no momento em que ocorriam as aulas, para evitar recorrer, apenas, à memória, e o mais breve possível elaborava-se um registro ampliado, com algumas considerações, interpretações sobre o que foi observado em sala de aula.

Nas próximas seções, apresentamos como ocorreram as primeiras aproximações com o ambiente escolar e os sujeitos da pesquisa, descrevendo, de forma mais detalhada, a escolha e inserção do pesquisador no cenário de observação, cientes desde o início, das fases da observação propostas por Gamboa (2003), apresentadas de forma resumida a seguir:

- Definir os objetivos do estudo;
- Decidir sobre o grupo de sujeitos a observar;
- Legitimar sua presença junto ao grupo a observar;
- Obter confiança dos sujeitos a observar;
- Observar e registrar notas de campo durante semanas (ou período mais longo, conforme a natureza do estudo);
- Gerenciar possíveis crises que possam ocorrer entre os sujeitos e o observador;
- Saber retirar-se do campo de observação;
- Analisar os dados;
- Elaborar um relatório sobre os elementos obtidos. (2003, p.30).

4.2.1 PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

O estabelecimento do objetivo do estudo foi um dos primeiros pontos levantados neste trabalho. Inicialmente, o principal objetivo era entender a abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, mas, com o aprofundamento da revisão bibliográfica, notamos a ausência de trabalhos que trouxessem à tona discussões sobre o papel que os professores ocupam para inserção desses novos tópicos.

No segundo semestre de 2012, realizamos atividades de Prática de Docência, na disciplina Prática de Ensino e Estágio Supervisionado de Física II, e uma das atividades da disciplina incluía o acompanhamento de discentes do curso de Física

em aulas a serem realizadas na escola em turmas do Ensino Médio. Um dos professores que recebiam os discentes do curso de Física possuía atividades diferenciadas para o ensino de tópico de FMC, para incorporar esses tópicos ao seu trabalho docente.

A partir desse contato inicial com o professor, tomamos conhecimento de seu planejamento para desenvolvimento da disciplina. Em contato com o planejamento (Plano de Trabalho Docente) da disciplina, evidenciamos que a prática desse professor inclui tópicos de FMC logo no início do semestre letivo, o que diferencia, por exemplo, a forma como esses conteúdos aparecem na maioria dos livros didáticos. E, pelo relato do professor, a inclusão da FMC já vinha ocorrendo há, pelo menos, quatro anos.

A decisão por buscar melhor compreensão do desenvolvimento dessas atividades ocorreu pela percepção de que se tratava de um professor com características de formação e atuação que poderiam ser encontradas em outros professores: dedicação integral à Educação Básica em uma escola pública, implicando carga horária de trabalho que às vezes é considerada como entrave ao desenvolvimento de atividades; participação nas atividades de formação continuada da Secretaria Estadual de Educação. No entanto, inúmeras características foram se mostrando diferenciadas no perfil desse professor, ainda que, inicialmente, não participasse de algum grupo de pesquisa ligado à universidade, recebia alunos de estágio supervisionado do curso de licenciatura em Física. De forma alguma, queremos apontar que seja desejável a não inclusão dos professores em grupos de pesquisa ou em programas de Pós-Graduação, apenas indicamos que esta não é a característica comum à maioria dos professores de Física do Ensino Médio. Percebíamos indícios de atuação que superava o perfil da racionalidade técnica, na qual o professor apenas transmite conhecimentos produzidos em outras esferas, notamos que parecia haver articulação entre diversos saberes para construção da proposta didática desse professor.

Em dezembro de 2012, estabelecemos contato com o professor, expondo nosso objeto de estudo, para verificar a possibilidade de acompanhamento de suas aulas no ano de 2013. O professor autorizou prontamente a observação de suas aulas, e mediou o processo de entrada em campo juntamente à coordenação pedagógica e direção da escola.

4.2.2 GRUPOS A OBSERVAR

Retomando o diálogo com o professor no início de 2013, iniciamos a aproximação com o ambiente escolar, estando presente na escola desde a semana de planejamento das atividades. Em um primeiro momento, na distribuição de aulas dessa escola, foram designadas ao professor turmas de todas as séries do Ensino Médio regular e duas turmas de ensino técnico, mas, logo na primeira semana, houve mudanças na distribuição de turmas e no turno da manhã, em que realizamos nossas observações, foram designadas turmas de segundo e terceiro ano do Ensino Médio regular.

Ainda na semana de planejamento das atividades, em diálogo com o professor, que estava de posse da documentação relativa ao seu Plano de Trabalho Docente para a disciplina ao longo do ano, houve o apontamento que nas turmas de segundo e terceiro ano do Ensino Médio haveria a inclusão de tópicos de FMC no primeiro semestre. Assim, estabelecemos que a observação das aulas fosse realizada em todas as aulas do semestre em duas turmas (uma de cada série).

Cada uma das turmas tinha duas aulas de Física semanalmente, inicialmente, para que pudesse contemplar a observação das duas aulas semanais de cada turma, foi necessário ir à escola em três dos quatro dias em que o professor ministrava aulas no período da manhã.

Mesmo tendo designado acompanhar todas as aulas de uma turma do segundo e outra do terceiro ano, optamos que deveríamos realizar a observação de todas as aulas ministradas pelo professor nos dias em que houvessem aulas das turmas selecionadas. Isto permitiu acompanhar o professor em todas as práticas na escola, permitindo diálogos entre professor e pesquisador a respeito das atividades desenvolvidas, percepção das relações entre aluno e professor em outros espaços da escola e das relações do professor com outros profissionais da escola.

O acompanhamento de diversas turmas de uma mesma série, por sua vez, possibilitou que o conteúdo elaborado para uma aula pudesse ser observado sob diferentes ângulos, captando diferentes elementos que por limitações dos sentidos não pudessem ser verificados em um primeiro momento.

4.2.3 O QUE OBSERVAR?

Como realizamos uma observação semiestruturada, houve a necessidade de determinar alguns elementos-chave que seriam observados nas aulas desse professor, para que pudéssemos compreender, de que forma, era construída a abordagem dos conceitos, a respeito de uma aula específica ou pensando num contexto mais amplo da sequência proposta no semestre.

Buscou-se registrar a forma como ocorria a utilização de materiais e recursos didáticos, tais como:

- Livros didáticos;
- Excertos de revistas, sítios da internet ou materiais de divulgação científica;
- Uso de ferramentas audiovisuais (vídeos, apresentação de slides);
- Aparatos experimentais (para serem desenvolvidos em sala de aula ou laboratório);
- Materiais produzidos pelo professor (roteiros, propostas de pesquisas, podendo envolver materiais citados anteriormente).

Como justificativa da observação da utilização dos recursos didáticos citados acima, expomos que os professores encontram disponíveis inúmeras publicações e materiais didáticos que possibilitam diferentes abordagens. Como presenciáramos conceitos da Física Clássica e da Física Moderna, poderiam ocorrer diferenças quanto à fonte e formas de uso dos materiais didáticos, já que os conceitos mais atuais da ciência são menos recorrentes nas aulas de Física, e, talvez, por esse motivo poderiam surgir abordagens diferenciadas, enquanto um conteúdo da Física Clássica poderia estar sujeito a condições de operacionalidade diferentes, dadas as dimensões dos conceitos abordados, relacionados normalmente a escala macroscópica. A escolha e a organização dos recursos didáticos constitutivos de uma aula já poderiam ser consideradas como construção de um saber, implicando que está pautada em objetivos e critérios definidos pelo professor, mas não unicamente, com base em sua interação com as diferentes instâncias que envolvem a escola (orientações curriculares, plano político-pedagógico da escola, relação com profissionais da disciplina de Física e de outras disciplinas na escola, por exemplo).

No desenvolvimento da aula, diferentes aspectos podem ser notados e, em relação aos conteúdos da Física, buscou-se identificar de que forma surgiam os seguintes elementos:

- Estratégias de ensino;
- Uso de analogias (exemplos de situações cotidianas ou relacionadas a outros fenômenos que possam ser “palpáveis” aos alunos);
- Uso de linguagens e imagens característicos da Física;
- Modelos matemáticos;
- Comparação com outras teorias da Física (limites clássicos).

Inúmeras são as possibilidades de abordagem de um determinado conteúdo da Física, ou mesmo de outras disciplinas escolares. Dentre os elementos citados acima, entendemos como “estrutura conceitual” a forma como o conceito será apresentado, como pode se recorrer a utilização de situações problema, em que alunos ou professor buscam as respostas; a introdução de um conceito pode ser feita pelo professor para, posteriormente, buscar as relações com elementos presentes no cotidiano dos alunos ou no desenvolvimento tecnológico; investigação de concepções prévias para posteriormente trabalhar o conteúdo, dentre outras possibilidades.

Listaremos a seguir aspectos que pretendíamos observar com relação aos alunos:

- Grau de interesse:
 - Participação nas discussões propostas;
 - Realização de atividades propostas;
 - Respostas aos questionamentos propostos pelo professor;
 - Agitação e dispersão.
- Dificuldades (dúvidas relacionadas à matematização, linguagens e imagens, interpretação de enunciados; sejam elas expressas diretamente pelos alunos ou identificadas pelo professor no processo de aprendizagem dos alunos).

A estruturação desses tópicos se deu antes da entrada no campo de observação, registramos alguns desses itens que nos propúnhamos, mas o foco maior foi nos aspectos que se referiam ao professor no desenvolvimento da aula.

Com relação à avaliação e atividades, investigamos a ocorrência de exercícios qualitativos ou quantitativos, refletindo sobre as possibilidades que o professor encontrava para desenvolver tarefas com base nos diferentes conteúdos, bem como a influência dos resultados das avaliações de aprendizagem sobre o desenvolvimento de seu trabalho.

Em um estudo que tem como base a metodologia de pesquisa qualitativa, as hipóteses não estão todas postas de antemão. Embora contássemos com alguns aspectos que considerávamos importantes e que mereciam ser evidenciados, o registro das observações não seguiu estrutura rígida e, ao longo das anotações, houve um esforço em trazer elementos que contribuíssem para a discussão de nosso objeto de estudo, como o registro de dificuldades evidenciadas pelo professor em diálogo com o pesquisador na elaboração de questões avaliativas para um tópico que foi inserido pela primeira vez em sua prática.

Como material de análise contamos com os registros de observação, com as atividades que foram aplicadas aos alunos (avaliações, trabalhos de pesquisa, roteiros de atividade), e recursos multimídia utilizados ao longo das aulas. Além das observações, realizamos uma entrevista com o professor para tentar identificar mais elementos sobre sua prática.

4.3 ENTREVISTA

A entrevista é uma técnica de pesquisa que pode ser utilizada para complementar a construção dos dados obtidos com base na observação. Para Lessard-Hébert, Goyette e Boutin (2005), a entrevista possibilita que o pesquisador confronte as suas percepções dos significados atribuídos com aquelas expressas pelos sujeitos observados, evitando distorções e se constituindo como uma técnica que além de complementar se torna “*necessária* quando se trata de recolher dados válidos sobre as crenças, as opiniões e as ideias dos sujeitos observados” (p. 160). Dessa forma, a observação permite a inserção no cenário e o levantamento de dados a se confrontar e novas questões de investigação, enquanto a entrevista

permite aprofundamento dessas questões e um confronto entre as percepções do pesquisador com as dos sujeitos da pesquisa.

Fizemos a escolha por realizar uma entrevista do tipo semiestruturada ao fim do período de observações, para tentar esclarecer alguns pontos identificados ao longo do processo de observação e elucidar pontos não evidenciados ao longo desse período.

Para Lüdke e André (1986), em uma entrevista do tipo semiestruturada o pesquisador segue um conjunto de questões pré-definidas, mas, em um contexto que se assemelha ao de uma conversa informal, o entrevistador pode direcionar a entrevista para os tópicos que lhe interessam, inserindo perguntas que se tornem relevantes para elucidar as respostas do entrevistado. Trazemos, no Apêndice 1, a sequência lógica que pré-estabelecemos para a condução da entrevista realizada.

Partimos, na sequência, para a construção dos dados que, juntamente ao referencial teórico apontado ao longo deste trabalho, servirão como base para nossas análises e interpretações da prática docente observada, buscando trazer elementos constituintes que permitam compreender as contribuições que o professor traz para o processo de construção dos saberes escolares.

5 CONSTRUÇÃO DOS DADOS E ANÁLISES

Neste capítulo passamos a fazer discussões e reflexões sobre a forma de construção de dados e, a partir destes, traçamos análises à luz dos referenciais apontados ao longo deste trabalho.

Entendemos que, na pesquisa com metodologia qualitativa, a construção dos dados ocorre com base na interpretação dos resultados, os registros de observação e transcrição das atividades desenvolvidas na escola, por si só, não se constituem como dados. Para Erickson⁸:

O conjunto do material compilado no campo, não é, em si mesmo, um conjunto de dados, mas é sim, uma fonte de dados. As notas de trabalho, as gravações em vídeo e os documentos respeitantes ao local de estudo não são dados. Mesmo as transcrições das entrevistas não o são. Tudo isto constitui material documental a partir do qual os dados serão construídos graças aos meios formais que a análise proporciona. (1986, citado por LESSARD-HÉBERT; GOYETTE; BOUTIN, 2005, p.107).

A construção dos dados se deu ao longo do período de observações, tentando delimitar, da melhor forma possível, o objeto de estudo, e, também, de forma posterior aos registros, buscando identificar os principais elementos presentes nestes.

Ampliaremos neste capítulo a caracterização do professor observado, descreveremos elementos importantes da cultura da escola e da disciplina de Física da escola.

Trazemos, nas próximas seções, sistematizações das observações realizadas em sala de aula, com maior detalhamento das atividades desenvolvidas no terceiro ano, em que foi possível perceber estrutura mais bem definida para a inclusão dos tópicos de FMC. No entanto, também apresentaremos características principais do trabalho desenvolvido nas turmas de segundo ano. Dadas as características das observações que realizamos, com a imersão em campo logo no início do ano letivo e o acompanhamento das atividades docentes não apenas em sala de aula, tentaremos refletir, também, sobre as condições de produção desse professor, e as condições estabelecidas na escola que possibilitaram sua atuação diferenciada em relação ao ensino tradicional de Física.

⁸ ERICKSON, Frederick. Qualitative methods in research on teaching, in M.C. WITTRICK, **Handbook of Research on Teaching**, Nova Iorque: Macmillan, p. 162-213, 1986.

Ao longo dos últimos anos, o professor tem sido responsável por lecionar a disciplina de Física em todas as turmas de terceiro ano do Ensino Médio do colégio. No período em que foram realizadas as observações das aulas, estavam sob sua responsabilidade 9 turmas no período da manhã, sendo 5 turmas de terceiro ano e 4 de segundo ano. Ao longo do semestre, registramos ao menos uma aula de cada uma dessas turmas, devido às constantes mudanças de horário ocorridas ao longo desse período, buscando sempre garantir a observação das duas aulas semanais de ao menos uma turma de segundo e outra de terceiro ano.

5.1 O PROFESSOR

Para compreender o papel do professor para construção de conhecimentos, é preciso conhecê-lo, entender quais são os alicerces de sua formação, os elementos que motivam a sua escolha por determinadas abordagens.

Nesta seção trataremos aspectos que foram evidenciados ao longo do período de observação, por meio dos diálogos com o professor e na entrevista.

O professor tem 35 anos de idade, e é licenciado em Física desde o ano 2000, com especialização em Tecnologias Aplicadas à Educação desde 2009. Atua como professor de Física desde 1998. Em diversos momentos do nosso contato, apontou a participação em cursos de Formação Continuada oferecidos pela Secretaria Estadual de Educação, como o Departamento de Educação Básica (DEB) Itinerante e o Programa de Formação em Ação e a Hora Atividade Interativa (HAI).

Durante sua graduação, participou de atividade de iniciação científica na área de Física de Campos, estudando tópicos de relatividade geral e buracos negros. Participou, ainda, de dois projetos de ensino de Física para o Ensino Médio.

Além das formações institucionais, o professor relatou na entrevista que sempre se interessou e pesquisou bastante sobre programação de computadores, informática em geral, eletrônica e robótica eletrônica. Esses interesses motivaram sua busca por novas abordagens para suas aulas e aparecem de forma marcante em seu trabalho.

Há pelo menos quatro anos vem recebendo estagiários do curso de licenciatura em Física, e, no início do ano em que realizamos o estudo, passou a integrar o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) na modalidade de professor supervisor. O professor implantou no colégio, há cerca de

um ano, um projeto extracurricular no qual são estudados tópicos de Astronomia e Mecatrônica, financiado pelo Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) do Ministério da Educação (MEC).

O colégio em que foram observadas as aulas foi o primeiro em que esse professor atuou após concluir sua graduação. Embora cite que atuou em outro colégio estadual durante curto intervalo de tempo, desde que assumiu seu segundo padrão⁹, sua atuação está fortemente vinculada à instituição em que atua agora.

A caracterização que realizamos, ainda que não traga uma descrição detalhada de sua formação (cursos, oficinas, disciplinas cursadas na graduação), ajuda a compreender as escolhas realizadas em seu trabalho, e influências trazidas por sua formação acadêmica e profissional.

Percebemos que esse professor tem um desejo de inovar, e muitas inspirações que o motivam, de forma que seus interesses influenciam sua formação e seu trabalho, notamos o seu esforço em se manter em processo de contínua formação e alto grau de comprometimento/envolvimento com o que se propõe a fazê-lo, atuando em projetos de pesquisa durante sua graduação, participando ativamente de discussões com outros professores em atividades da Secretaria Estadual de Educação, interagindo com projetos da Universidade e implantando em sua escola programas do MEC.

5.2 ELEMENTOS DA CULTURA DA ESCOLA E DA CULTURA DA FÍSICA DA ESCOLA

Passamos agora a discutir elementos mais específicos da cultura da escola, que exercem grande influência sobre o trabalho do docente. Destacaremos, também, elementos da cultura da Física da escola, entendidos neste trabalho como o conjunto de ritos e regras próprios da disciplina nesse colégio, considerando-se as peculiaridades dos sujeitos presentes no estabelecimento de ensino observado.

As observações foram realizadas em um colégio da rede estadual de Ensino do estado do Paraná. Nesse colégio é ofertada a Educação Básica, tendo como modalidades o Ensino Fundamental de 6º ao 9º anos, Ensino Médio Regular de 1ª a

⁹ No estado do Paraná, a palavra padrão é utilizada para definir um regime de 20 horas de trabalho para professores concursados na rede pública estadual de ensino.

3ª séries e Educação Profissional Técnica em Nível Médio Integrado. A escola possui dois laboratórios de ciências.

Discutimos, no capítulo 2, que o processo de Transposição Didática deve levar em conta a *atualidade moral* de um saber, relacionada à aceitação desse saber pelos diferentes sujeitos envolvidos na escola (alunos, coordenação pedagógica, direção, pais de alunos). Uma vez que a Transposição Didática de um conteúdo não depende somente da validação científica, ressaltamos que é necessário que haja a confiança no trabalho desenvolvido pelo professor, ainda mais quando as sequências didáticas e forma de conduzir o trabalho trazem aspectos diferenciados e inovadores em relação às propostas mais tradicionais do ensino de Física, como observamos no trabalho desse docente.

O professor atua há 10 anos no colégio onde foram realizadas as observações, possuindo dois padrões de forma a atuar exclusivamente nesta escola. Detém amplo conhecimento da estrutura do colégio, laboratórios de Física e informática, além de boas relações profissionais com direção, coordenação pedagógica e professores das diversas disciplinas escolares.

Ao longo do processo de observação, notamos que o professor tem constante diálogo com as pedagogas, com a técnica de laboratório de ciências e a direção, de forma que, além de possibilitar a utilização dos espaços e instrumentos escolares (laboratório de Física/Informática, projetores, equipamentos de laboratório) permite que as outras instâncias escolares tenham contato com uma concepção diferenciada de ensino de Física.

Desde o primeiro dia de aula, o professor buscou evidenciar aos alunos quais eram as regras da escola (restrição ao uso de celulares, bonés, uso obrigatório de uniforme, notas constituídas de trabalhos e avaliação) e aspectos que seriam característicos da disciplina de Física sob sua responsabilidade.

Ainda em sua primeira aula, explicitou a forma de elaboração das provas, que seriam compostas de questões objetivas e discursivas, por entender que, dessa forma, poderiam ser avaliadas as capacidades de interpretação dos enunciados e escolha das alternativas nas questões objetivas, bem com a argumentação e compreensão dos alunos sobre os conceitos abordados por meio das questões discursivas.

Sugeriu aos alunos que, além do caderno, utilizassem um “bloco de notas” — chamado pelo professor de caderneta — que poderia ser uma agenda antiga, um

bloco de folhas de sulfite cortadas em quatro partes ou similares, na qual poderiam constar quaisquer conceitos abordados nas aulas, exceto exercícios resolvidos. Essa caderneta era considerada uma “cola oficial” que poderia ser utilizada nas avaliações.

Em diversos momentos, o professor recomendou aos alunos que estudassem não apenas para as provas, mas, de forma contínua, para que o conhecimento não se tornasse efêmero e exclusivo do momento de avaliação. Com o uso da caderneta, haveria a necessidade de o aluno retomar o que foi estudado em sala de aula e fazer as anotações daquilo que considerou mais importante.

Quanto à explicação dos conceitos realizada em sala de aula, delimitou que não ditaria ou escreveria definições no quadro negro (quadro de giz/lousa), e que seria função fundamental dos alunos irem ao livro didático ou em outras fontes e buscar essas definições.

Acordou, na primeira semana de aula, que, sempre que fosse possível, ministrar todo o conteúdo planejado para uma determinada aula, seria deixado livre o tempo final da aula para os alunos conversarem sobre outros assuntos. Para o professor, esta foi uma forma encontrada para mantê-los focados nas aulas, minimizando conversas sobre assuntos dispersos.

Nas aulas desenvolvidas em laboratório, delineou regras aos alunos, com relação à conservação dos materiais do espaço e normas de segurança.

O professor criou, também, durante a disciplina, um *blog* próprio, para a divulgação de materiais mostrados nas aulas (apresentações de *slides*, vídeos, imagens), além de outros materiais para complementar os estudos (textos complementares ou listas de exercícios). Utilizou-se desse recurso para desenvolver uma atividade avaliativa *online*, com questões discursivas e de múltipla escolha.

Entendemos que essa argumentação sobre elementos específicos da cultura da disciplina ajuda a compreender as construções realizadas ao longo da sequência didática, que será apresentada a seguir, bem como alguns dos objetivos que o professor busca em suas aulas e a sua concepção da forma como ocorre o aprendizado dos alunos.

5.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: TERCEIRO ANO

Para sistematizar a análise das observações realizadas em sala de aula, traçamos um mapa da sequência didática. Ainda que, ao longo das aulas, tenha sido possível notar as principais características do desenvolvimento da aula pelo professor e elementos da cultura da escola, por meio do esboço da sequência didática na turma do terceiro ano, podemos apontar, de forma mais clara, o momento em que ocorreram determinadas situações de interesse para este trabalho.

Tínhamos conhecimento prévio do planejamento para o semestre e vislumbrávamos as possibilidades de desenvolvimento, no entanto, ao fim do período de observação, conseguimos notar as articulações existentes entre os conceitos apresentados.

Apresentaremos a descrição de alguns episódios de ensino em que pudemos notar elementos diferenciados da prática desse professor no ensino de tópicos da Física Clássica em relação aos tópicos de FMC, e as construções e articulações que tornaram possível seu desenvolvimento. Com o decorrer das observações, passamos a pensar nas construções do professor de forma mais ampla, sem pensar na dicotomia Física Clássica *versus* Física Moderna de forma tão aguda e refletindo sobre o seu planejamento para a disciplina.

A apresentação da sequência didática como um todo nesse momento teve como objetivo oferecer visualização cronológica de seu desenvolvimento, trazendo esboço geral do que foi observado, de forma a auxiliar o leitor para compreensão do contexto dos recortes que serão apresentados nas caracterizações que se darão na sequência deste capítulo.

No Quadro 7, apresentamos a sequência didática de acordo com a ordem das aulas ministradas, ressaltamos os principais conceitos trabalhados e algumas características básicas da abordagem ou recursos didáticos utilizados no episódio de ensino. Destacamos que, no caso da coluna “Recursos/Características”, as lacunas em branco se referem às aulas expositivas argumentativas, característica marcante das aulas observadas, inclusive em relação àquelas em que houve utilização de outros recursos didáticos.

Aula	Atividade / Conteúdo	Recursos/ Característica
1	Apresentação/ Regras: escola e disciplina de Física	
2	Revisão Física	
3	<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de onda • Propagação • Exemplos 	
4	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensões • Período • Frequência 	
5	Movimento Harmônico Simples (Osciladores)	
6	Filme “A onda” (parceria com a profa. de Sociologia)	Filme: “A onda”
7	Debate sobre o filme/relação com a Física	
8	Ondas Transversais e Longitudinais Comprimento de onda Velocidade de propagação	
9	Aula no laboratório <ul style="list-style-type: none"> • Refração • Difração • Ressonância 	Experimento demonstrativos: Cuba de ondas (cuba d’água) Diapasão Ondas em uma mola
10	Instrumentos de medida <ul style="list-style-type: none"> • Decibelímetro • Fotômetro 	Aula experimental com instrumentos de medida
11	Discussão sobre a forma de avaliação e elementos para a elaboração de Relatório	
12	Resolução de exercícios	
13	Revisão – exercícios Difração	
14	Avaliação	
15	Correção da avaliação	
16	Prova de Recuperação	
17	<ul style="list-style-type: none"> • Interferência • Efeito Doppler 	
18	<ul style="list-style-type: none"> • Barreira do som 	Apresentação de vídeos
19	Tubos sonoros e ressonância	Experimentos demonstrativos: Caixas acústicas Ondas em corda
20	Modelos Atômicos <ul style="list-style-type: none"> • Dalton • Thomson 	Apresentação de imagens e slides na TV Pendrive ¹⁰
21	<ul style="list-style-type: none"> • Rutherford Bohr • Sommerfeld • Quantização de Planck • Princípio da incerteza 	Apresentação de imagens e slides na TV Pendrive
22	Efeito fotoelétrico	Atividade experimental: “Ouça seu controle remoto”
23	Descarga em Lâmpadas (Modelo de Bohr) Efeito fotoelétrico	Utilização de dois simuladores computacionais
24	Avaliação	
25	Correção da Avaliação	
26	Revisão	
27	Prova de Recuperação	

Quadro 7: Sequência didática do terceiro ano.

¹⁰ TV Pendrive são aparelhos de televisão com entrada USB e leitor de cartão de memória, que permitem a reprodução de arquivos de vídeo, áudio e imagem, disponíveis, se não em todas, na grande maioria das salas de aula da rede estadual de ensino do Paraná.

As observações foram realizadas ao longo de 18 semanas, isto implicaria que o total de aulas observadas deveria ser de 36 aulas, mas, em 4 dias, houve feriados ou recessos, 1 dia de paralisação estadual dos professores, 2 dias contaram com atividades em que apenas os professores estariam presentes (conselhos de classe e formação continuada) e em 2 dias o professor esteve ausente por motivos de saúde.

A sequência apresentada permite a compreensão das escolhas dos tópicos culminando em uma interpretação de que os tópicos de FMC abordados ao longo das aulas estavam articulados com os conteúdos anteriores e, antes que fossem apresentados efetivamente, já eram sinalizados em conteúdos da Física Clássica.

É possível observar que a sequência didática desenvolvida ao longo do semestre difere da ordem de conceitos normalmente disposta nos manuais didáticos. O estudo do efeito fotoelétrico aparece nos livros didáticos, em geral, nos últimos capítulos. Sem a intenção de aprofundar nesse momento análises de sequências didáticas nos Livros, citamos aqui alguns casos, a título de exemplo. Para Gaspar (2010), o estudo do efeito fotoelétrico está exposto no capítulo 11 do volume 3, o estudo do modelo atômico de Bohr está no capítulo 14 desse mesmo volume, ambos na última unidade do livro, enquanto o estudo de ondas apresenta-se entre os capítulos 1 e 5 do volume 2. Consoante Pietrocola et al. (2010), o estudo de ondas é desenvolvido entre os capítulos 12 e 13 do volume 2, e o efeito fotoelétrico e o modelo atômico de Bohr são apresentados nos capítulos 12 e 13, respectivamente, do volume 3, também na última unidade do livro.

Nesse ponto detectamos uma *criatividade didática* do professor, em programar o estudo do efeito fotoelétrico e o da interferência e difração, no qual se elucida que a luz tem comportamentos corpuscular e ondulatório, em sequência ao estudo das ondas mecânicas, possibilitando a compreensão das características ondulatórias clássicas, podendo contrapor com as características ondulatórias baseadas em conceitos da Física Moderna e Contemporânea.

Verificamos que, desde o início do desenvolvimento da sequência (aulas 3 e 4), o conceito de ondulatória é apresentado de forma ampla, caracterizando tanto ondas mecânicas (som) quanto ondas eletromagnéticas (luz), priorizando as características da Física Clássica. Entretanto, já nesse momento ressalta que a luz pode ter um comportamento diferenciado (como por exemplo, velocidade da luz e velocidade do som apresentando comportamentos diferentes quanto à densidade do

meio em que se propagam). Havia a preocupação em trazer a caracterização das ondas mecânicas e eletromagnéticas em suas características similares e distintas

Na entrevista, o professor argumenta sobre o desenvolvimento dessa sequência de ensino e a articulação de conhecimentos da Física, inicialmente discorre sobre a presença dos conteúdos de FMC no livro didático adotado pela escola:

Professor: [...] O próprio livro que a gente adotou aqui na escola, a Física Moderna é um capítulo no final do livro. Mais ou menos como se o autor entendesse assim “ah, tem professor que não dá e descarta isso ou o professor dá se sobrar tempo no final do ano”. Pelo menos é essa a minha leitura que eu fiz do livro. É bem separado de todo conteúdo.

No trecho acima, percebemos que é de seu conhecimento a forma como tradicionalmente são expostos os conteúdos da FMC. Questionamos, então, sobre sua tentativa de articular tópicos de Física Moderna e da Física Clássica:

Pesquisador: Então, tanto no segundo, quanto no terceiro ano, você tenta acoplar com os demais conteúdos: ondas, calor?

Professor: É. Até para mostrar para os alunos que não são duas físicas diferentes, duas Físicas uma separada da outra. É continuação uma da outra. Então eu procuro mostrar ali que estão entrelaçadas, estão integradas, e não tem como separar como eles têm o hábito de fazer de “ah, porque eu vi continha de matemática, então uso só na Matemática”. É tudo uma coisa só, então tem que misturar tudo mesmo.

Notamos que o professor procura passar uma visão de ciência não fragmentada e constrói sua sequência de ensino buscando articular os tópicos, de forma que podemos entender que sua perspectiva se refere ao fato de que o desenvolvimento da Física Moderna se deu a partir dos conhecimentos da Física Clássica.

Essa opção metodológica é encontrada como uma possibilidade de abordagem para o ensino de FMC. Gil e Solbes (1993), por exemplo, defendem que esse ensino esteja ancorado na Física Clássica, podendo ser utilizado tanto numa relação de continuidade quanto ruptura. Em outros trabalhos, encontramos justificativas de abordagem contínua entre os tópicos como em Ostermann, Prado e Ricci (2008) que optam por utilizar a:

Óptica Ondulatória como espécie de “porta de entrada” para o mundo quântico, mediante abordagem de analogias entre situações da Óptica e Mecânica Quântica (MQ) e, também, da exploração de semelhanças formais entre as duas teorias. (2008, p.38)

As Diretrizes Curriculares Orientadoras da Educação Básica do Estado do Paraná trazem a possibilidade dessa inserção:

que o estudo da ondulatória deve se iniciar pelas ondas mecânicas, pois são mais “visíveis” ou perceptíveis no cotidiano. No entanto, as ondas eletromagnéticas, entre elas a luz visível, também estão presentes no dia-a-dia, porém o modelo matemático para ondas não encontra uma correspondência direta com este fenômeno, sendo ótimo para mostrar a diferença entre modelo e fenômeno, diferenciando real do abstrato. (PARANÁ, 2008, p. 97)

Tanto em seu Plano de Trabalho Docente quanto em diálogos ocorridos ao longo do semestre, o professor indica que conhece as orientações curriculares do estado do Paraná e que essas orientações ajudam a legitimar seu trabalho, representando fator determinante para a construção da sequência diferenciada. Em entrevista após o fim de período de observações, em uma questão sobre as motivações que o levaram à inserção de tópicos de Física Moderna, o professor responde:

Professor: E aí, quando eu vi que começou uma discussão realmente, referente ao pessoal de Física lá da Secretaria da Educação sobre Física Moderna, eu vi que eu tinha aí um amparo até para trazer isso para a sala de aula. Porque antes ficava meio assim “ah vou trazer uma coisa diferente e vão ficar me questionando porque que isso está se em nenhum outro lugar não faz”, né. Então, mas daí a gente vai conhecendo até um pouquinho mais de lei, conhecendo outros trabalhos, e aí de uns 5 anos para cá que daí eu fiz uma metodologia para abordar esse conteúdo mesmo.

Embora as Diretrizes acenem a possibilidade de estudos de fenômenos ondulatórios, com uma abordagem da Física Clássica como uma forma de introdução e contraposição com tópicos da FMC, a forma como isso deve ocorrer não é estabelecida pelo documento. Coube ao professor, pautado em sua formação e no contato com diferentes fontes de recursos didáticos, construir sua sequência didática.

Notamos que muitas são as inspirações para a construção de seu trabalho: sua formação inicial em licenciatura em Física, orientações curriculares, os programas de formação continuada da Secretaria Estadual de Educação, o contato com outros profissionais da escola e a interação com estagiários, professores e integrantes do projeto PIBID da Universidade.

Quando questionamos sobre as referências utilizadas, encontramos mais fontes para o desenvolvimento de suas atividades, como vemos a seguir:

Pesquisador: Onde você busca ideias, as referências, para montar suas aulas, o conjunto de aulas? Onde você busca essas ideias?

Professor: Algumas no próprio livro didático, que traz...os livros já estão trazendo tópicos de Física Moderna e tal, então eu começo por aí. Em sites da internet, principalmente de universidades tipo USP, lá no Rio Grande do

Sul, que tem a...até li um artigo dela, a Fernanda Ostermann. Então, mas, principalmente, a minha referência acaba sendo sites de internet.

O professor relata que o uso da internet lhe auxilia na busca por materiais para o ensino e para tomar contato com autores presentes na Pesquisa em Educação, somando-se como mais uma fonte de recursos para a construção de seu trabalho, já que uma das grandes dificuldades dele para montar sua sequência de ensino constitui a escassez de recursos como simuladores e experimentos. Ainda, neste capítulo, apontaremos trabalhos de revistas de Pesquisa em Educação e outros recursos (simuladores, vídeos, imagens, apresentações de *slides*) utilizados pelo professor.

A criatividade didática, que aqui atribuímos a essa sequência didática inovadora, diz respeito à escolha dos conceitos e dos recursos didáticos que permitiram a abordagem de tópicos de Física Clássica e FMC de forma articulada.

Atentando ao fato de o professor estar ciente de que a construção de uma sequência não deveria se dar de forma aleatória, seu trabalho leva em consideração as orientações curriculares e traz preocupações com as referências das fontes dos recursos utilizados, e, portanto, nessa sequência de ensino, observamos características de um *saber consensual* (CHEVALLARD, 1991), ou seja, que estão de acordo com as orientações legais e acadêmicas.

Consideramos que as preocupações com esses elementos são importantes para se pensar sobre o trabalho docente, afinal, os professores, em especial da rede pública, possuem certo grau de autonomia para a definição dos conteúdos levados à sala de aula. Caso todos decidam fazer escolhas aleatórias no índice de um livro didático, se fundamentarem naquilo que lhes parecer mais interessante ou abordarem somente conteúdos com maior operacionalidade em sala de aula, podemos cair em um quadro de pluralismo metodológico vago.

A inserção de tópicos mais atuais da ciência, como o efeito fotoelétrico e o estudo de modelos atômicos, reflete tentativa de *modernizar o saber escolar* (ASTOLFI, 2002).

Essa tentativa de modernização faz com que o professor tenha que *atualizar o saber escolar*, e essa atualização passa pela seleção e organização dos tópicos que sejam mais relevantes ao contexto social e a cultura da escola. Em escolas públicas, como a que observamos, com uma carga horária da disciplina de Física com duas horas semanais, torna-se muito difícil conseguir cumprir todos os ritos da

cultura da escola e ainda contemplar toda a gama de conteúdos contemplada em livros didáticos ou em programas de ensino.

Sobre a seleção efetuada, o professor argumenta que gostaria de possuir mais tempo para discussão de mais tópicos da Física, mas, diante desse cenário, opta por conteúdos que considera fundamentais. No capítulo 2 deste trabalho, percebemos que muitos autores de pesquisas em ensino de Física trazem a carga horária reduzida como o principal entrave para a inserção de tópicos de FMC, e, apesar dessa dificuldade e o desejo de possuir carga horária maior para sua disciplina, o professor não aponta esse fator como impeditivo para a inserção de novos conteúdos, mas indica a necessidade de planejamento diferenciado.

Na entrevista, antes mesmo de perguntarmos, o professor apontou que, para incluir conceitos da FMC, precisa diminuir o tempo de abordagem de outros tópicos. Após dialogarmos sobre o planejamento para o semestre seguinte, tentando compreender essas escolhas:

Pesquisador: Com essa seleção de conteúdos que você pretende fazer, alguns conteúdos vão ser deixados de fora.

Professor: Infelizmente, vão.

Pesquisador: E daí o que você pensa sobre o fato de ter que selecionar? O fato de ter que deixar alguns conteúdos de fora?

Professor: Olha, eu gostaria de ter 10 aulas de Física por semana com as turmas, porque daí conseguiria abordar 99% dos conteúdos. Infelizmente, não dá. Então, quando eu tenho que fazer essa escolha de qual conteúdo eu vou passar um pouquinho mais a fundo, qual que eu só vou comentar em sala de aula, eu penso naquele conteúdo para passar para ele bem, naquele que pode servir de base para entender aquele que eu vou deixar de fora. Que nem quando eu fiz o de ondas. Expliquei sobre os harmônicos, eu falei só sobre a corda e o tubo fechado. Não falei sobre tudo aberto, corda com extremidade livre, porque eu sei que se ele entendesse aquele básico ele conseguiria dar conta de complementar com o tubo aberto, com corda com extremidade solta e tal. Então os conteúdos que eu deixo de fora eu tento ver assim “qual conteúdo que eu posso deixar de fora que se ele tiver a base ele consegue entender depois?”. É assim que eu faço. Acho uma pena não dar tempo de passar tudo.

Interpretamos que o professor, ao fazer a escolha de conceitos que considera fundamentais, traz tópicos pertencentes à *cultura escolar da Física*, uma seleção com aspectos gerais cujos desdobramentos permitem a compreensão de outros conceitos mais específicos:

Pesquisador: Mas já é consciente, não é? Já desde o início do seu planejamento, você já sabe...

Professor: Desde o planejamento. Até quem me deu essas dicas de que eu não precisava dar 100% do conteúdo, poderia escolher assim, foi a pedagoga do terceiro ano. Ela falou que eu não precisava dar 100% de todos, basta que eu comente com eles que tem esse conteúdo, explique mais superficialmente de maneira que ele, por conta própria, possa estudar, desde que tenha a base.

Pesquisador: De certa maneira, se você seguir todos os conteúdos da Física, se você colocasse todos os conteúdos da Física, não seria possível? Então, você faz realmente uma seleção. Já como você pautou, você tem objetivos bem claros e a partir desses objetivos você determina esses conteúdos que você vai trabalhar?

Professor: Isso, isso. Até porque assim, nos primeiros anos aqui de escola eu queria ser conteudista e passar todo o conteúdo. O que acabava acontecendo? Eu corria com todos os conteúdos e os alunos não entendiam quase nada. Então daí eu mudei o pensamento. Passo poucos conteúdos a fundo, com bastantes detalhes, e aí os alunos conseguem entender um pouquinho melhor. Aí se ele entende um pouquinho melhor, para ele correr atrás dos outros conteúdos que faltaram fica mais fácil. E eu deixo claro para os alunos também que tem tais conteúdos que eu só vou “pincelar” assim, e que eles têm que correr e dar conta de tudo.

No fragmento da entrevista citado acima, além da seleção de conteúdos fundamentais, observamos: a influência de outro profissional da escola e o rompimento com uma forma de ensinar Física considerada hegemônica ou tradicional. Retomaremos esses pontos posteriormente, somando outros momentos das observações, da entrevista e aprofundando as análises.

Ampliando o esboço do panorama geral da sequência didática, passamos a descrever características das atividades desenvolvidas nas aulas. Por mais que o conjunto de aulas traga uma percepção de continuidade, faremos a caracterização das aulas em duas subseções para facilitar a compreensão da sequência didática. Explicitaremos elementos específicos do ensino da FMC e outros referentes às construções e formas de abordagem do professor ao longo de todas as aulas.

5.3.1 ONDAS

Nas primeiras aulas em que seriam definidos os conceitos de ondas, o professor utilizou uma abordagem expositiva, enfatizando características principais dos conceitos, sem a utilização de materiais didáticos específicos (como por exemplo: projeções, ilustrações do livro didático). As aulas eram conduzidas por meio do diálogo entre o professor e os alunos, sendo esta uma característica marcante ao longo de todas as aulas observadas.

O professor questionava os alunos o que entendiam por “ondas”, “período”, “frequência”, sistematizando, de forma verbal, as explicações, recorrendo ao quadro negro para escrever os conceitos chave, ou para realizar representações esquemáticas (desenho de uma onda em formato similar ao expresso pelo gráfico da função seno, explorando os conceitos de amplitude e comprimento de onda, ou representação de um sistema massa-mola).

Como exemplo de situação utilizada para apresentar um conceito, na aula 3, ao apresentar que uma onda mecânica era uma perturbação de uma grandeza física que se propagava, apresentou a situação a seguir:

Sugeri aos alunos que imaginassem a superfície de um lago, inicialmente sem nenhuma perturbação. Uma pedra arremessada na superfície desse lago causaria a perturbação da tensão superficial da água, fazendo com que houvesse inicialmente um deslocamento do nível da água para baixo, e posteriormente a água voltaria para um nível mais alto, e essa perturbação se *propaga* ao longo do lago.

Antes de prosseguir a explicação, questionou os alunos se conheciam a diferença entre *propagação* e *deslocamento*, ouviu suas opiniões e forneceu um esclarecimento sobre os termos, relacionando que ocorre deslocamento da água verticalmente, enquanto a onda se propaga em todas as direções.

Presenciamos neste, e em muitos outros momentos, a preocupação em utilizar a linguagem própria da Física, esclarecendo o significado e distinguindo seu uso no vocabulário cotidiano e na ciência. Sobre o uso das palavras, o professor relata o seguinte:

Professor: Às vezes a gente fala com eles pensando que estão entendendo todas as palavras, o significado de tudo que a gente fala e, às vezes, não estão entendendo o conceito físico por conta de uma palavra lá que eles não sabem o significado. Que nem, teve outra prática que eu usei música, no ano passado com os alunos, e na música aparecia a palavra “dilapidada”, de dilapidar, e eles não sabiam o que significava. Então aí eu tento deixar bem claro para eles o que eu estou falando, tanto da parte de conceito físico, quanto do português mesmo. Que às vezes perde-se um pouquinho assim por eles não entenderem uma única palavra.

Além desse trecho da entrevista, houve outros diálogos durante o período de observação em que o professor relata uma tendência de os alunos tentarem resumir toda a explicação com uma única palavra sem que, às vezes, tenham apreendido o sentido do termo utilizado.

Após dar o exemplo da pedra arremessada na superfície de um lago, questionou aos alunos em que situações estão presentes fenômenos que envolvem

ondas, estes apontaram os seguintes exemplos: mar, rádio, televisão, celular, radioatividade, luz, som e micro-ondas. Percebendo que os alunos apresentam exemplos de ondas *mecânicas* e *eletromagnéticas*, o professor passou, então, a discutir características dessas ondas, de naturezas diferentes, mas que guardam similaridades entre si. E ressaltou que o estudo da ondulatória não é desvinculado dos fenômenos que estão presentes no cotidiano dos alunos, sendo importante para a compreensão de algumas tecnologias com as quais eles estão em contato o tempo todo.

A preocupação em citar analogias, situações cotidianas e a delimitação do sentido das palavras usadas na linguagem da Física refletem uma tentativa de *tornar os conceitos mais compreensíveis*.

Em outros momentos, houve levantamento de situações em que os conceitos apresentados se relacionavam com situações presenciadas pelos alunos, como tentativa de levantar os conhecimentos prévios que os alunos tinham sobre o tópico apresentado.

Na aula 4, por exemplo, em que houve o desenvolvimento do conceito de *frequência*, o professor pediu que os alunos apresentassem situações relacionadas a esse conceito. Dentre as respostas, surgiram frequência cardíaca e frequência de uma emissora de rádio. Aproveitando do exemplo da frequência cardíaca, argumentou que, nesse caso, trata-se do número de batidas/oscilações do coração por minuto, apresentando o conceito físico como o número de oscilações/vibrações por unidade de tempo. Apontando outras situações em que aspectos relacionados à frequência são visualizados (conta giros do motor do carro com rotações por minuto, faixa de operação da telefonia celular *dualband*, *quadriband*, que seria da ordem de 840 Mega-hertz) apresentou a unidade de frequência como sendo o número de oscilações por segundo e que no caso de uma faixa de telefonia, como o prefixo *Mega* indica uma ordem de grandeza de 1 milhão, a onda apresenta uma característica de 840 milhões de oscilações por um segundo.

Questionamos na entrevista a razão desse tipo de abordagem:

Pesquisador: Percebemos ao longo das tuas aulas que você procurava de alguma maneira não ficar apenas na descrição mais informal do que o aluno já vivencia, você buscava uma explicação pautada na Física.

Professor: Isso. É que eu acho assim, nós, como professores de Física, nosso papel é esse. É pegar o conhecimento que o aluno já tem, coisas que ele já vê no dia-a-dia, e dar uma explicação conceitual mesmo para ele. Para que ele, ou agora ou no futuro, faça a ligação entre o conceito físico e

aquele fenômeno que ele observa no dia-a-dia. Porque se deixar por conta deles, eles sempre vão dar uma explicação informal. E nem sempre você consegue explicar bem com esse conceito informal.

No diálogo acima, o professor esclarece que busca conhecer as concepções prévias que os alunos possuem e estimula novas formas de pensar sobre um fenômeno, em diversos momentos indica que situações cotidianas aumentam o interesse pelas aulas de Física.

As discussões sobre os conceitos se deram, principalmente, de forma descritiva, o primeiro momento em que houve a utilização explícita de uma equação da Física ocorreu na aula 8, na abordagem sobre a velocidade de propagação de ondas. O professor lembrou a equação para a velocidade escalar média da cinemática ($v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$), normalmente presente no primeiro ano do Ensino Médio, e questionou de que forma poderia utilizá-la para ondas, para explicar a velocidade de uma onda recorreu ao exemplo de uma boia na superfície de um lago, conforme Figura 1.

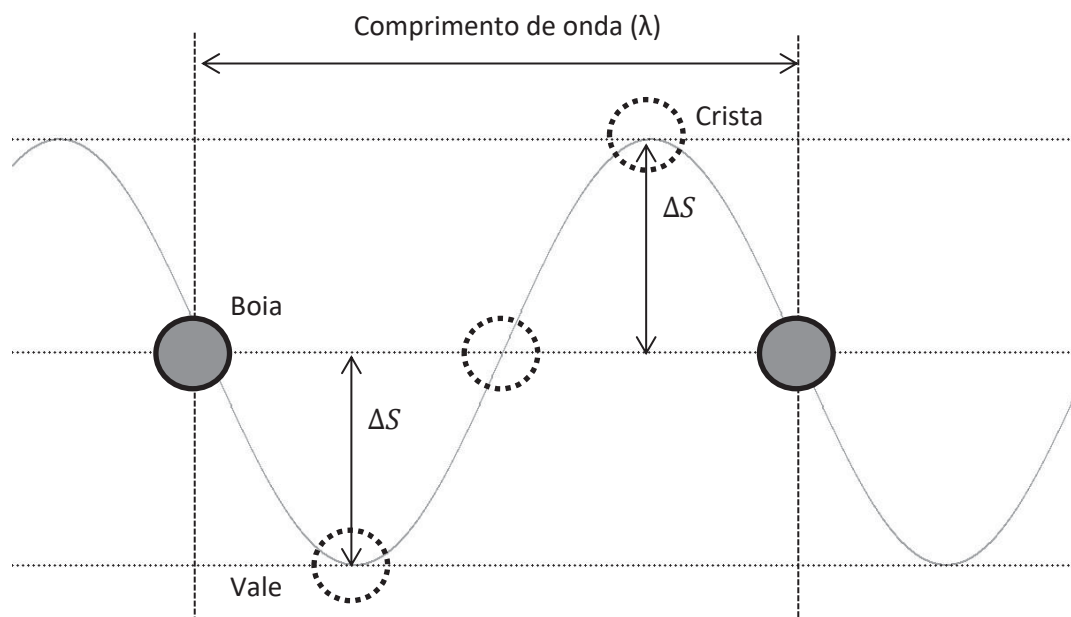


Figura 1: Boia na superfície de um lago e a velocidade de propagação de ondas¹¹

O professor argumentou que uma boia na superfície de um lago ou em alto mar irá oscilar flutuando em torno de um ponto médio, a altura máxima atingida pela

¹¹ Nesta figura a boia está representada como se deslocasse na horizontal, mas o seu movimento se dá apenas no eixo vertical (para cima e para baixo), essa escolha de representação tenta evitar uma possível confusão na sobreposição de posições ocupadas ao longo do tempo. Na aula observada, o professor não representou este deslocamento horizontal, apresentando a posição vertical em que se encontrava a boia em dado instante e quando indicava sua nova posição vertical apagava a anterior.

boia é equivalente à crista de uma onda e a altura mínima o vale. Esse movimento será caracterizado como uma onda de forma análoga às oscilações da superfície do lago do exemplo que havia dado na aula 3.

Relembrou que o comprimento de uma onda corresponde à distância entre dois pontos repetidos sucessivos nos quais há repetição do padrão de onda. Nesse exemplo isso representaria que a boia está inicialmente na posição média, desce até o vale, volta para a posição média, sobe até a crista da onda e retorna para a posição média. A partir desse ponto, há repetição desse padrão. Há, então, a associação entre a velocidade da boia e a velocidade da onda, com o deslocamento vertical tendo sua correspondência com o comprimento de onda e o tempo equivale exatamente ao período, culminando na apresentação das equações conforme esquema a seguir:

Velocidade média (cinemática):

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Velocidade de propagação de uma onda:

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Em seguida, com base nos conceitos de período e frequência, chega à expressão da considerada equação fundamental da ondulatória: $v = \lambda f$.

Podemos entender que essa associação entre velocidade escalar média e velocidade de propagação de uma onda é uma forma de *articular o saber novo com o saber antigo*, característica da Transposição Didática. Estritamente, essas velocidades não são conceitualmente tão diferentes, mas, sem esses esclarecimentos, os alunos poderiam interpretar que elas não se relacionam. Além disto, esses tópicos estão dispostos cronologicamente em momentos distintos do Ensino Médio. Na entrevista o professor discorre sobre esse fato:

Professor: Na cabeça de um aluno, o conteúdo de primeiro ano é do primeiro ano. Agora é terceiro ano e não é mais aquilo lá, é outra coisa. Então, se eu falo de velocidade sem relacionar com aquilo lá, tem aluno que consegue. Falou de velocidade, ele já associa tudo que ele ouviu falar na vida de velocidade. Mas a maioria, primeiro ano era velocidade porque era um carro andando, agora uma onda andando é outra história. Então, tem que relacionar. O aluno não consegue fazer essa abstração e esse link de todas as vezes que apareceu velocidade.

Além dessa articulação entre saberes, buscamos investigar na entrevista o que o professor pensava sobre o uso da linguagem matemática:

Pesquisador: Ainda que você priorize os aspectos conceituais, a explicação dos fenômenos em termos da Física, você não deixa de passar a matemática.

Professor: Não. Primeiro, porque o aluno já vem com essa mentalidade que Física é Matemática. Então, de certa forma, ele entende que a Matemática é importante. Então, quando eu passo alguma coisa de Matemática para eles, algum cálculo, eu tento mostrar o porquê daquele cálculo, porque aquilo ali é importante para a Física.

Nesse trecho percebe-se que o professor relata uma das visões sobre o ensino de Física, trazida previamente pelos alunos: a indistinção entre Física e Matemática. No desenvolvimento científico, há uma relação intrínseca e fundamental entre elas, por isso a relevância de, no ambiente escolar, esclarecer o significado dos conceitos evitando que a solução de uma equação da Física possa ser interpretada, apenas, numericamente, como resultado de substituição de valores adequados para cada variável. Na sequência do trecho citado acima, essa discussão surge na entrevista:

Pesquisador: De que forma você usa a matemática?

Professor: Ela faz parte. A gente poderia até chamar de duas matérias diferentes: a Matemática, que é matemática pura, e a matemática física, que é essa que tem um fenômeno envolvido por trás. Até uma conta simples que a gente viu que é $v = \lambda f$, é uma “fórmulazinha” matemática, mas não é matemática pura, porque cada letzinha ali tem um significado físico, tem um conceito por trás daquilo ali. E é isso que eu tento mostrar para os alunos.

Outro encaminhamento didático surge a partir da aula 9, desenvolvida no laboratório de Física, na qual os tópicos abordados são a *refração*, *difração* e *ressonância*. Embora ainda trouxesse exemplos de termos e de situações que poderiam ser de conhecimento dos alunos, a apresentação dos conceitos passa a se dar por meio da interpretação de experimentos demonstrativos trazidos pelo professor.

Para demonstrar a difração, ele utiliza um experimento no qual uma cuba d'água é colocada sobre um retroprojetor, permitindo que a propagação das ondas no recipiente com água seja percebida pelos alunos por meio da projeção em um anteparo. O professor coloca dois objetos na cuba de forma a produzir uma fenda e demonstra o comportamento da onda ao passar pela fenda. Com base nesse experimento, ele consegue relacionar a difração da onda produzida com o efeito do som ao passar por uma fenda na janela. No caso da luz, raramente se visualiza esse

fenômeno no cotidiano, devido às diferenças de comprimento de onda e dimensões necessárias para ocorrência.

Nos conceitos que exigiam maior grau de abstração, o professor buscava apresentar experimentos (aulas 9, 10 e 13) ou recursos audiovisuais (aulas 17 e 18) que possibilitassem aproximação do aluno com o objeto de estudo, para que a conceituação se desse a partir da problematização dos fenômenos observados. Foi possível notar que, embora houvesse características de tornar o conceito mais concreto, a interpretação que o professor dava aos fenômenos trazia características próprias da Física, com sua linguagem, modelos e significados que iam além do que se percebia visualmente.

Nos conceitos relativos à ondulatória, houve a aplicação de uma lista de exercícios com características semelhantes aos presentes em livros didáticos ou em provas de vestibular. A respeito das catorze questões apresentadas, cinco envolviam cálculos numéricos e nove delas se baseavam na interpretação de conceitos estudados. Exemplos de exercícios são apresentados no Quadro 8.

Exercício envolvendo cálculos numéricos	Exercícios interpretativos/descriptivos
<p>1- Uma fila de carros, igualmente espaçados, de tamanhos e massas iguais faz a travessia de uma ponte com velocidades iguais e constantes. Cada vez que um carro entra na ponte, o impacto de seu peso provoca nela uma perturbação em forma de um pulso de onda. Esse pulso se propaga com velocidade de módulo 10 m/s no sentido de A para B. Como resultado, a ponte oscila, formando uma onda estacionária com 3 ventres e 4 nós. Considerando que o fluxo de carros produza na ponte uma oscilação de 1 Hz, assinale a alternativa correta para o comprimento da ponte.</p> <p>2- Produz-se sobre a superfície de um líquido 5 ondas durante 5s, sabendo que a distância entre duas cristas consecutivas é de 8cm determine o período, a frequência e a velocidade de propagação da onda.</p>	<p>1- Analise a alternativa correta:</p> <p>a-) a luz se propaga no vácuo. b-) a luz é considerada uma onda mecânica. c-) O som pode se propagar no vácuo. d-) o som é considerado uma onda eletromagnética.</p> <p>2- Analise as proposições a seguir:</p> <p>I – Numa reflexão a onda muda de meio de propagação. II – Na refração da luz há um desvio da trajetória quando a luz muda de meio. III – Numa interferência construtiva de duas ondas há um aumento da amplitude.</p>

Quadro 8: Exercícios sobre ondas.

Na aula de resolução de exercícios, mesmo em relação aos que envolviam cálculos, o professor tentou estimular a compreensão dos problemas mais do que apenas utilizar as equações que os solucionariam. A proporção entre exercícios com

cálculos numéricos e interpretativos/descritivos pareceu adequada à forma como foram ministrados os conceitos e sua seleção abrangia a problematização da maior parte dos tópicos abordados.

A busca por exercícios e atividades problematizadoras que possibilitassem avaliar a compreensão dos alunos ficou evidente na aula 10, em que foram utilizados dois instrumentos de medidas: um decibelímetro para medida da intensidade sonora (ondas mecânicas) e um fotômetro para medida da intensidade luminosa (ondas eletromagnéticas). O professor argumentou sobre implicações tecnológicas que envolvessem os conceitos estudados medindo a intensidade sonora emitida por fones de ouvidos de alguns alunos, o ruído da quadra esportiva que fica próxima à sala de aula e a intensidade luminosa da luz presente na sala com as lâmpadas acesas e apagadas. No decorrer dessas atividades, também fez medições sistemáticas para investigar a variação da intensidade de ambos os tipos de ondas em função da distância, comparando-as com uma equação da Física. Além disso, com uma das turmas, foi ao lado externo da escola para medir a intensidade sonora emitida pelo motor dos ônibus que passavam pelo local.

Em todas as turmas, houve intensa participação dos alunos, que levantaram questões e atuaram nas atividades propostas. Nesse dia, no trajeto entre o laboratório e a sala dos professores, o professor se mostrou preocupado, pois, embora tenha percebido grande motivação dos alunos, não sabia muito bem de que forma poderia incluir essas atividades no processo de avaliação. Na entrevista, relatou que foi a primeira vez que desenvolveu essa atividade e pretende aperfeiçoar essa abordagem, buscando outras formas para avaliar, como vemos a seguir:

Pesquisador: Eu lembro que na prática dos instrumentos de medida você tinha ficado naquele dilema entre saber que tinha sido uma prática interessante para os alunos - aquela prática de medir a intensidade sonora, a intensidade da luz - e, já naquele mesmo dia, você me falou “e agora, como eu vou avaliar?”. Você acha que conseguiu avaliar esses alunos naqueles tópicos?

Professor: Não, não. Nessa parte de instrumentos, na hora de preparar a prova, me veio aquela grande interrogação e eu acabei deixando de lado essa parte aí. Perdi. Perdi, porque eu acho que esse seria muito interessante. Talvez levar para a sala de aula, mostrar para os alunos de novo, na hora da prova mostrar o equipamento...

A construção do relatório — elemento utilizado no processo de avaliação formal — sobre os experimentos apresentados teve um momento privilegiado na

aula 11. O professor solicitou aos alunos que buscassem delimitar o problema que seria descrito e refletissem sobre os resultados encontrados, sendo enfático em apontar a importância de citar as referências bibliográficas utilizadas na construção de qualquer trabalho acadêmico.

Quando discutimos sobre a Transposição Didática no capítulo 1, apontamos que os saberes que chegam à escola precisam ter *operacionalidade*, o que inclui a necessidade de *transformá-los em exercícios e problemas*.

Alguns exercícios são tão típicos da forma hegemônica/tradicional de se ensinar Física, que parecem fazer parte de uma “cultura escolar tradicional da Física”, ou seja, um programa com conceitos necessários, formas de abordagem e de avaliação, todos “pré-estabelecidos” e pautados, prioritariamente, pela reprodução da forma de ensinar Física há muito tempo constituídas e sempre presentes nas aulas, ainda hoje.

Notamos que, para conceitos como frequência, período e velocidade de propagação, a operacionalidade parece evidente, mas podemos ampliar essa gama de exercícios e problemas incluindo novas atividades e formas de avaliação.

Embora o professor relate que não tenha conseguido avaliar as atividades sobre instrumentos de medida desenvolvidas no laboratório, notamos que seu processo de avaliação não foi composto, apenas, por provas e listas de exercícios e acreditamos que a construção do relatório das atividades experimentais pode sim ser considerada instrumento de avaliação. Retomando um argumento que apresentamos no capítulo 2, quando tratamos de propostas inovadoras, a avaliação, como parte integrante da proposta também pode ser inovadora, de forma que esse processo passa a ser composto não somente pela prova em seu formato tradicional.

5.3.2 MODELOS ATÔMICOS E EFEITO FOTOELÉTRICO

Para a abordagem de modelos atômicos e o estudo do efeito fotoelétrico, o professor recorreu ao uso de recursos que representassem visualmente esses elementos abstratos. As explicações dos conceitos se davam com base na problematização dos recursos expostos, assim como fez com conteúdos da Física Clássica, como ressonância, interferência, refração e difração.

Na aula anterior ao início do estudo dos modelos atômicos (aula 19), o professor apresentou um experimento, baseado no trabalho de Mello (2007), para o

estudo de ondas estacionárias em uma corda, explorando conceitos como período, frequência, ressonância e comprimento de onda. O experimento tem seu esquema exibido na Figura 2, a seguir:

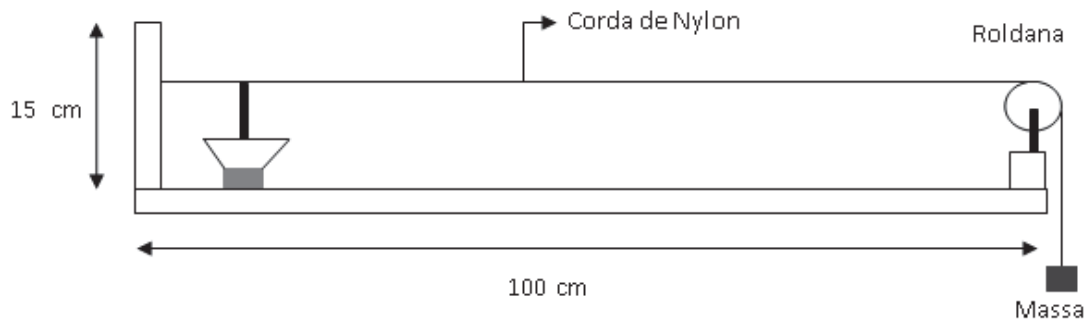


Figura 2: esquema da montagem experimental para estudo de ondas estacionárias¹²

Um aplicativo para celulares gerava pulsos elétricos com frequência ajustável que eram transmitidos ao alto falante. Para valores específicos da frequência emitida, surgiam padrões de onda estacionária, conforme Figura 3.

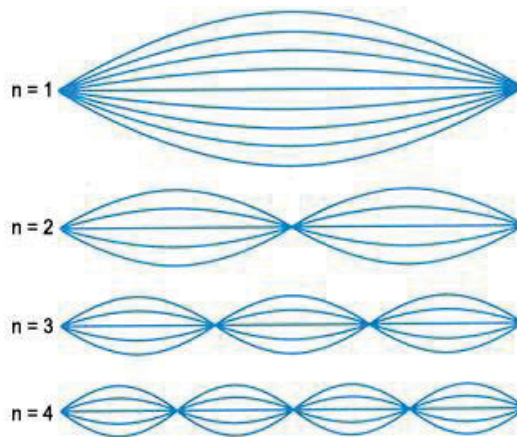


Figura 3: Ondas estacionárias em uma corda com duas extremidades fixas
Fonte: GASPAR (2009, p. 227)

Percebemos que o professor tentava, dessa maneira, relacionar conceitos clássicos aos de Física Moderna que seriam apresentados posteriormente: a quantização de Planck poderia ser comparada à quantização da frequência, e os estados estacionários do modelo atômico de Bohr às ondas estacionárias.

¹² Representação esquemática com base no experimento utilizado pelo professor.

Nos conteúdos de ondulatória, havia situações em que o fenômeno era exposto de forma explícita por meio de ondas em cordas, ressonância de pêndulos e analogias com situações cotidianas. Nos conteúdos a partir da aula 20, relacionados à Física Moderna e Contemporânea, houve maior exploração de modelos, ou seja, representações com características próprias para explicar um fenômeno.

Para os modelos atômicos, na aula 21, utilizou apresentação de *slides* na TV Pendrive. Ao abordar o modelo de Rutherford-Bohr, destacou que as órbitas visualizadas apresentam relações quantizadas de energia, ressaltando aspectos matemáticos dessa quantização (equação de Planck).

Houve uma preocupação em associar a imagem do modelo apresentado às equações da Física que permitiam a sua visualização: o professor apresentava as imagens, por exemplo, do modelo de Sommerfeld, mas associava essas órbitas ao resultado da equação diferencial de Schroedinger, além de ressaltar o caráter estatístico baseado no Princípio da Incerteza.

Quanto à Transposição Didática desses tópicos, vemos que houve a tentativa de *tornar o conceito mais compreensível* (Astolfi, 2002), pois não foram resolvidas equações diferenciais, nem cálculos de transição de energia entre níveis eletrônicos — presentes no saber de referência —, embora os conceitos decorrentes das equações tenham aparecido nas aulas.

O professor disponibilizou no *blog* da disciplina de Física o *link* para a apresentação de *slides* utilizada durante as aulas sobre modelos atômicos. Como esse material não foi elaborado pelo professor, ele ressaltou novamente a importância em citar sempre a referência dos materiais utilizados para a elaboração de um trabalho. Na Figura 4, trazemos a imagem de dois dos slides utilizados durante as aulas.

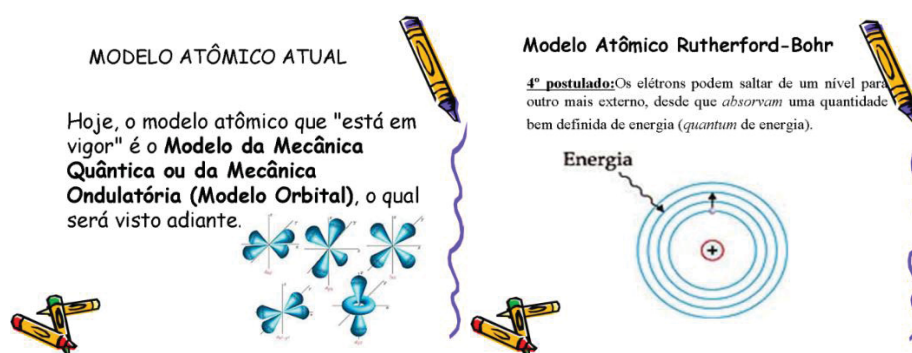


Figura 4: Modelos Atômicos

FONTE¹³: *Blog Professora Fabiane Wentz*

Tal qual ocorreu na exploração de experimentos para abordar conceitos mais abstratos no estudo de ondas, para iniciar o estudo do efeito fotoelétrico, na aula 22, recorreu à exploração de um experimento baseado no artigo de Silva e Assis (2012), no qual era possível estudar a influência da frequência e intensidade da luz emitida por fontes distintas sobre um dispositivo eletrônico.

O professor relatou que, em anos anteriores, nesse ponto da sequência didática, havia a utilização de um *kit* de robótica do tipo “caixa preta”, mas o término de uma parceria entre a escola e a empresa fornecedora do material implicou a mudança do experimento utilizado. Na opinião do professor, essa alteração resultou uma atividade mais problematizadora:

Pesquisador: Mas você acha que houve muita perda por não contar com esse recurso ou conseguiu se adequar?

Professor: Não. Eu acho exatamente o contrário, que com esse experimento ficou mais fácil de entender do que com aquele kit de robótica. Porque aquele kit tinha uma parte de eletrônica que usava computador, então ficava tudo escondido do aluno. Ele só via o efeito e via o medidor na tela do computador, então era a eletrônica que fazia tudo. E nessa experiência desse ano eu acho que teve um ganho maior, foi mais rica, exatamente porque ficou tudo às claras ali para o aluno. Daí, claro, um trabalho agora nesse semestre é explicar o alto-falante. Explicar como aquilo ali que eles não viram, aquela corrente elétrica ali, se transformou em som para eles.

Achamos importante destacar que a inserção desse novo arranjo foi discutida com estudantes bolsistas integrantes do projeto PIBID, mostrando que este trabalho coletivo entre o professor e o projeto da universidade pode contribuir, significativamente, tanto para a melhoria do ensino na escola quanto para a formação dos participantes do projeto.

O experimento, cujo diagrama esquemático está exposto na Figura 5, possui um Resistor Dependente da Luz conhecido pela sigla LDR (do inglês *Light Dependent Resistor* – resistor dependente da luz). Esse componente eletrônico tem seu funcionamento baseado no efeito fotoelétrico, apresentando variação na resistência elétrica em função da intensidade e frequência da luz incidente sobre ele.

¹³ Disponível em <<http://proffabiquimica.blogspot.com.br/p/evolucao-dos-modelos-atomicos.html>> Acesso em Fev. 2014.

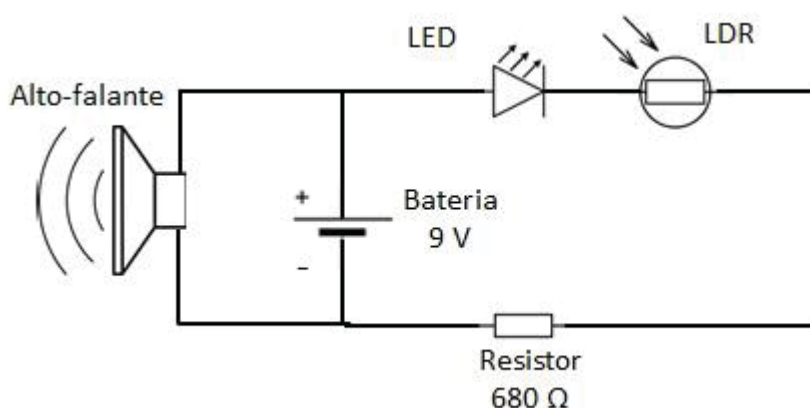


Figura 5: Esquema eletrônico da experiência para “ouvir” ondas eletromagnéticas¹⁴

O professor questionou os alunos se seriam capazes de dar uma explicação para o fenômeno com base nos estudos que já haviam realizado sobre a quantização da energia e modelos atômicos, expondo que, a partir de estudos semelhantes, Albert Einstein desenvolveu a teoria que lhe rendeu o prêmio Nobel.

Apresentou aplicações tecnológicas (sensor de controle remoto, câmeras fotográficas, sensores de torneiras e portas automáticas) e explicou a causa das faíscas que surgem em um aparelho de micro-ondas quando são colocados objetos metálicos em seu interior, associando às explicações do efeito fotoelétrico.

Após a descrição do que ocorria no experimento e as aplicações tecnológicas, o professor trouxe explicações com maior grau de abstração, esclarecendo que nesse efeito se percebe que a luz, até então tratada como uma onda eletromagnética, também tem características corpusculares e pode ser compreendida como um pacote ou quanta de energias denominado fóton, cuja energia é dada pela equação: $E = h \cdot f$.

Na aula 23, para auxiliar essas explicações de maior grau de abstração, foram utilizados dois simuladores: um para estudo do efeito fotoelétrico e outro para o modelo atômico de Bohr.

Sobre o uso de simuladores e recursos audiovisuais, na entrevista, o professor relatou que busca trazer recursos que permitam exemplificar o que não pode ser visto e a parte microscópica. Ele acredita que tanto conteúdos da FMC quanto conteúdos da Física Clássica possuem dificuldades matemáticas e de abstração, e que o uso de metodologias diferenciadas reflete suas escolhas:

¹⁴ Adaptado do artigo de Silva e Assis (2012).

Pesquisador: você acredita que há uma diferença que seja necessária para dar uma aula sobre um conteúdo que é da Física Clássica ou da Física Moderna? O que difere para você na organização de uma aula que seja para um conteúdo da Física Clássica ou um que seja da Física Moderna?

Professor: Eu acho que não tem diferença nenhuma, porque eu posso vir aqui e falar que eu vou dar Física Moderna, mas dar uma aula bem tradicional de quadro negro, mostrando algumas continhas e tal. E posso pegar um conteúdo da Física Clássica e fazer alguma metodologia diferente, trazer vídeo, animações, música, qualquer outra coisa. Então, não tem diferença no conteúdo em si, mas sim em como eu penso em abordar isso em sala de aula.

O trecho acima condiz com o que percebemos nas observações em sala, já que, ao longo de todas as aulas, presenciamos a tentativa de definir bem cada conceito estudado. Fosse com a apresentação de experimentos, simuladores ou vídeos, havia a busca por problematizações que incluíssem os alunos nas discussões.

Em alguns momentos houve maior preocupação com termos específicos da Física, com a dificuldade de compreender fenômenos de maior grau de abstração, e em outros momentos havia maior atenção com as imagens utilizadas.

Sobre a dificuldade de abstração dos alunos, o professor relata que:

Professor: Principalmente aqui para o terceiro ano do efeito fotoelétrico, a grande dificuldade deles é como a luz é um negócio que chega no olho, é eles conseguirem fazer a abstração da luz, que é algo visível para eles, transformar isso numa onda, por exemplo. Ou transformar isso numa partícula. Para eles, luz é luz, onda é aquela onda da praia e os dois não se misturam. Então, o que eu vejo, é que a grande dificuldade deles é em abstrair as coisas. Quando a gente fala em átomo então, a coisa piora tudo. Apesar de eles terem visto em Química, eu ter revisado esse ano, abstrair coisas - apesar de eles já estarem na idade de começar a fazer essas abstrações - tem aluno ainda que, nesse sentido, está bem imaturo ainda, não consegue abstrair nada assim. Se não for algo palpável para ele, ele não entende. (GRIFO NOSSO)

Percebemos que o professor, ciente das dificuldades dos alunos, buscava esclarecer que o que era apresentado nos simuladores guardava relação com elementos palpáveis ou relacionados aos modelos que interpretavam os fenômenos.

Como exemplo desses esclarecimentos, observamos que, antes de utilizar o simulador para estudo do modelo atômico de Bohr, lembrou as transições de energia nesse modelo, relacionou os estados estacionários dos elétrons aos harmônicos de uma onda estacionária em corda, para em seguida apresentar o funcionamento de uma lâmpada de descarga em gases com o simulador para estudo do modelo atômico de Bohr.

No simulador para o efeito fotoelétrico (Figura 6), houve preocupação em ressaltar todos os elementos do simulador, desde o material da placa sobre a qual a luz incidia, a intensidade e comprimento de onda da luz, representação dos elétrons, a elucidação de que uma simulação permite enxergar elementos que não seriam visíveis de fato em uma situação real, como a luz ultravioleta e os elétrons emitidos.

Ainda que não tenha sido feito uma coleta de dados sistemática, traçou paralelo entre os valores numéricos das grandezas visualizadas e a equação proposta para explicar o fenômeno.

Demonstrou características diferenciadas do comportamento ondulatório quando tomado no estudo da FMC, ressaltando que surge algo completamente novo comparado ao estudo anterior de ondas. A interpretação do efeito fotoelétrico envolve grandezas típicas do estudo de ondas: frequência e comprimento de onda, mas é o comportamento dos fótons que explica o fenômeno observado, ou seja, são as características corpusculares que explicam o que se visualiza.

A articulação entre o *saber novo* e o *antigo* novamente é percebida no uso dos dois simuladores, no modelo atômico de Bohr: quantização de energia *versus* quantização da frequência das ondas estacionárias, estados estacionários e níveis de energia de elétrons *versus* harmônicos de uma corda; no efeito fotoelétrico: utilização de conceitos de ondas como período, frequência, comprimento de onda e o subsídio para compreensão do caráter dual da luz.

No que diz respeito aos exercícios e problemas sobre o efeito fotoelétrico e o modelo atômico de Bohr, notamos que houve tentativa de inovar. Na aula 23, o professor solicitou que os alunos respondessem questões em uma atividade avaliativa *online*, disponibilizada no *blog* da disciplina. As respostas poderiam ser pautadas nas explicações do professor, ou nos simuladores e textos complementares acessíveis no questionário. Essa forma de avaliação foi uma das formas de contornar dificuldades que surgiram por alterações no cronograma das aulas.

Na semana anterior à aula 23, houve reunião entre professores e equipe pedagógica, em que ficou estabelecido que a equipe pedagógica determinaria se o calendário de aplicação de provas de cada disciplina, com o intuito de evitar que, em um mesmo dia, fossem aplicadas avaliações de inúmeras disciplinas. Ficou decidido, ainda, que a última semana do semestre seria reservada para a realização de eventos esportivos no colégio.

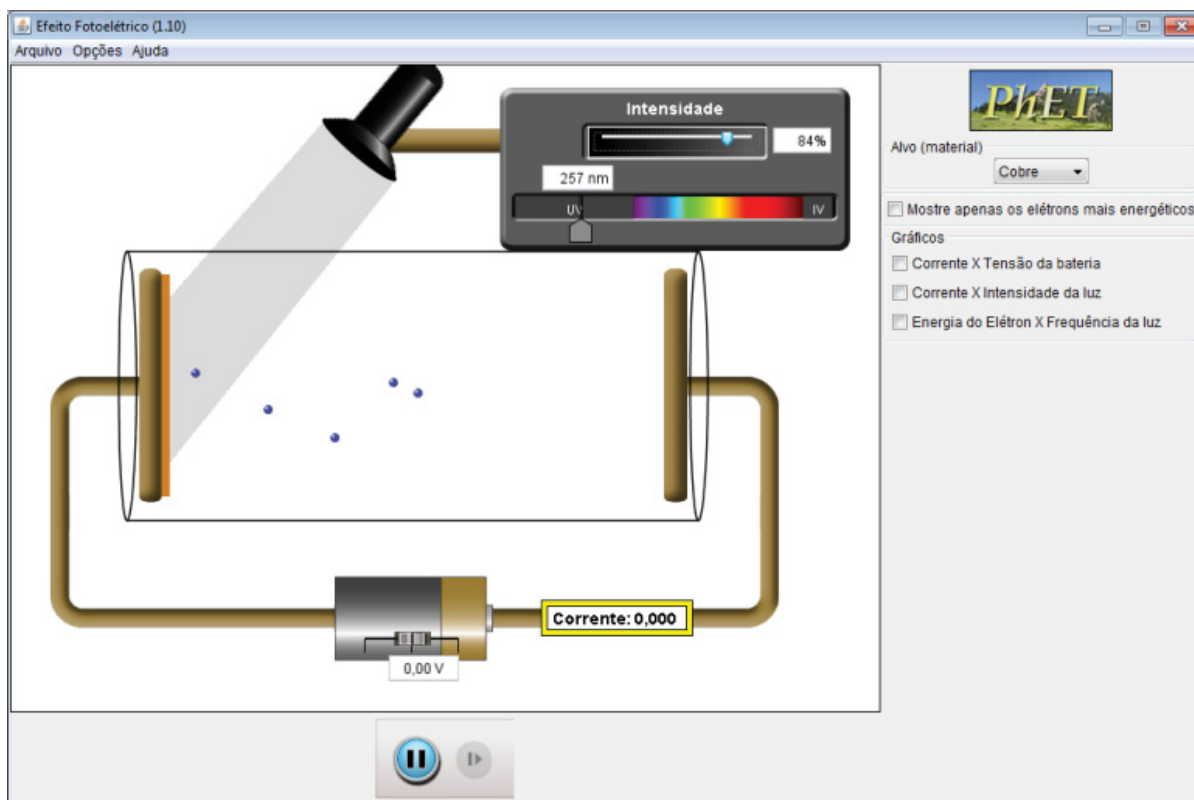


Figura 6: Simulador Efeito Fotoelétrico
 FONTE: Phet Interactive Simulations¹⁵.

Essas decisões alteraram o cronograma do professor, que não conseguiu corrigir em sala as atividades que deveriam ser respondidas pelos alunos, nem realizou uma revisão de conceitos como ocorreu na primeira avaliação.

Apesar dessas dificuldades, percebemos que houve a possibilidade de transformação dos conceitos apresentados em problemas e atividades a serem resolvidos pelos alunos, evidenciando que esses tópicos possuem *operacionalidade*, segundo a TD, tanto para sua abordagem conceitual (uso de simuladores, apresentações e discussões) quanto para sua problematização e avaliação.

Na seção 5.3, havíamos discutido sobre a criação dessa sequência de ensino, achamos importante retomar a discussão neste momento. Entendemos que o leitor menos familiarizado com a Física pode encontrar dificuldade na leitura da descrição das aulas e a interpretação da dualidade da luz, e, por isso, tentamos minimizar a descrição de conceitos naquela seção.

¹⁵ Com base no simulador disponível em <http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric>, acesso em Mar. 2014.

Uma das motivações para a construção dessa sequência didática foi a necessidade de explicar fenômenos, preferencialmente os presentes no cotidiano dos alunos, que não podiam ser explicados apenas pelas características ondulatórias da luz. No trecho da entrevista apresentado a seguir, mostramos alguns dos argumentos do professor:

Pesquisador: Eu percebi ao longo da sua prática, principalmente no terceiro ano, que você iniciou lá com ondas e, mais para o começo do segundo bimestre, você trabalhou com o efeito fotoelétrico. Como você pensou essa construção? Qual a lógica que enxerga nesta forma de abordagem?

Professor: Eu não lembro certinho de onde eu tirei essa ideia de começar de ondulatório e associar o ondulatório ao efeito fotoelétrico. Não lembro certinho. Mas a minha lógica é a seguinte: que aqueles fenômenos ondulatórios explicam bastante coisa para os alunos ou bastantes fenômenos do nosso dia-a-dia. Só que esses fenômenos não conseguem explicar, por exemplo, quando que a luz arranca o elétron de um material. Daí eu parti desse princípio para fazer a ligação com o efeito fotoelétrico.

Pesquisador: Para entender o efeito fotoelétrico, teria que, de alguma forma, conhecer o que é uma onda?

Professor: Isso, isso. Para eu falar o que é uma onda, o que é luz, até para explicar um pouquinho a diferença entre entender a luz como uma onda e como uma partícula, teria que dar bem o conteúdo de ondulatória para eles para daí conseguir fazer essa ligação entre luz-onda e luz-partícula.

Nas aulas, o professor buscou apresentar essas relações entre o mundo vivencial dos alunos e as explicações da ciência. Notamos que havia a intenção de apresentar os conteúdos científicos como integrantes da cultura atual, que não são restritos, apenas, aos cientistas ou estudantes com “maior capacidade intelectual”. Segundo o professor:

Professor: Tento trazer coisas que estão mais no dia-a-dia deles (alunos) e que eles têm o recurso. O celular, por exemplo, tem tanta coisa ali que eles nem imaginam que tem o recurso e não sabem usar. Outra coisa, gosto de informática e tenho lido um pouquinho sobre computação quântica. A gente pensa assim “é coisa só para daqui 20, 30 anos”. Não, já tem empresas aí desenvolvendo bem e que logo logo vão estar com computadores portáteis usando os princípios de computação quântica. E o aluno escuta muito falar, por exemplo, nessa palavra “quântica” e não sabe o que significa. Então, o que motiva é dar essa base para ele, para quando ele for lá para fora vai assistir um filme de ficção ou ver uma reportagem sobre tal coisa e começa a entender. Não seja uma coisa que ele acha que é só para as pessoas que estudaram muito mais do que ele.

Nesse trecho vemos sua preocupação em *modernizar o saber escolar*, para que a escola também seja cenário de discussões que permeiam a nossa sociedade. O professor traz o exemplo da palavra “quântica”, mas muitos outros termos,

acontecimentos e conceitos científicos são desconhecidos pelos estudantes que encerram a Educação Básica.

Na continuidade da entrevista, o professor traz mais exemplos, envolvendo tópicos de ciência, evidenciados pelos alunos:

Professor: Um exemplo assim, até eu acho que foi ontem, um aluno veio comentar sobre aquele filme que é sequência do Código Da Vinci. Bom, que seja, depois eu lembro o nome...

Pesquisador: Aquele com o LHC...

Professor: Isso. É exatamente sobre isso! Porque lá no filme eles falaram da antimatéria, que poderia causar a destruição total da humanidade. E eles não têm nenhuma noção se isso é verdade, se isso é só uma história, se isso pode acontecer, porque eles sabem que tem lá na Europa o acelerador de partículas. Já começa por aí, que eles não entendem o que é o acelerador de partículas. Então acham que é uma coisa de outro mundo que realmente, se der alguma coisa errada lá, pode destruir toda a humanidade. Porque na ficção, o cara quer chamar atenção na história, pega uma coisa que é verdade e dá uma “aumentadinha” nos perigos ali.

Ao inserir novos conteúdos, o professor também busca despertar o interesse dos alunos e fornecer uma formação mais geral. Ao longo das observações das aulas, diálogos na escola e entrevista com o professor, percebemos a característica mais marcante de seu trabalho: levar para a sala de aula conceitos científicos que possam estar relacionados com o dia a dia dos alunos, os fenômenos que os rodeiam, elementos da cultura e tecnologia. Encerramos esta seção com uma citação da entrevista relacionada a esses fatos e, a seguir, apresentaremos reconstruções que presenciamos no desenvolvimento da sequência didática para o terceiro ano.

Professor: Se pensar que ciência esses alunos não estão muito interessados, acho que um aluno por ano que pense em fazer um curso superior de ciência básica assim, é só esse aluno que vai acabar tendo, querendo conhecer a ciência. O restante pensa só em tecnologia. E o que eu tento mostrar para eles é que a ciência que eu estou ensinando para eles como ciência, em algum momento, vira tecnologia. Inclusive do efeito fotoelétrico lá na porta do shopping ou no controle remoto da televisão. Então, em algum momento, aquilo que um cientista foi para o laboratório fazer ciência, para eles já é tecnologia. Então, até o celular que eles usam diariamente, 24 horas por dia, em algum momento foi só uma teoria possível e hoje já é mais que possível, está na prática aí já.

5.3.3 RECONSTRUÇÕES REALIZADAS

Toda atividade, planejada, para ser desenvolvida em sala de aula, sempre está sujeita a inúmeras alterações e imprevistos. Por mais adequado que seja o planejamento de uma sequência didática, a escola está repleta de situações complexas que podem levar a alterações sobre o que se planeja fazer.

O planejamento original do professor previa que o estudo dos tópicos sobre o efeito fotoelétrico e os modelos atômicos se daria no início do segundo bimestre, mas fatores não planejados aparecem em qualquer atividade humana, na escola não seria diferente. Eleição para grêmios estudantis, reunião para formação de comissão de formatura, falhas em equipamentos eletrônicos, falta de energia elétrica, chuva forte no horário em que os alunos deveriam sair de casa resultando em salas vazias, instituição de aula de leitura, são alguns dos fatores que surgiram.

Não foram apenas elementos externos ao controle do professor que alteraram seu planejamento. Na primeira etapa de avaliação referente ao primeiro bimestre, realizada na aula 15, deveriam ser contemplados todos os tópicos de ondulatória previstos. No entanto, a partir das respostas fornecidas pelos alunos às questões discursivas da avaliação, o professor concluiu que os alunos ainda apresentavam muitas dúvidas em relação a conceitos-chave sobre ondas. Com base nesse resultado, ele optou por ampliar a abordagem desses tópicos por mais três aulas, com a inclusão dos estudos do Efeito Doppler, utilizando vídeos e demonstração de experimentos sobre tubos sonoros.

Por mais que essa alteração no cronograma tenha adiado um conteúdo planejado, percebe-se que um dos objetivos do professor é a aprendizagem dos alunos, e que, portanto, os resultados obtidos para avaliação da aprendizagem deveriam ser tomados como base para a continuidade do desenvolvimento do trabalho em sala de aula, ainda que isso pudesse implicar não trabalhar todos os tópicos planejados para o bimestre em questão.

Houve, ainda, uma atividade interdisciplinar em conjunto com a professora da disciplina de Sociologia que surgiu após o planejamento inicial e foi desenvolvida em duas aulas.

Por esses motivos, os tópicos de FMC, planejados para se iniciarem na aula 15, o que resultaria em doze aulas sobre os conceitos, foram desenvolvidos em quatro aulas, o que fez com que não houvesse tempo para a aplicação de o que o

professor chamou de atividades e exercícios em sala (se referindo provavelmente aos habituais problemas e exercícios da Física). Percebe-se, nesse sentido que, embora tenham sido desenvolvidas várias atividades nas aulas de FMC (experimentos, demonstrações com simuladores), o professor ainda sente a necessidade da utilização dos problemas e exercícios.

5.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: SEGUNDO ANO

Assim como fizemos com os conteúdos abordados no terceiro ano, trazemos, no quadro 9, um esboço da sequência didática desenvolvida nas turmas de segundo ano. Notamos que nessas turmas a construção da proposta está em fase mais inicial, com a tentativa de encontrar articulações entre conceitos e relacioná-los ao cotidiano dos alunos, de forma semelhante ao que vimos no terceiro ano.

Nesta seção não faremos uma descrição ampliada das aulas, aproveitaremos a constituição da sequência para discutir sobre o processo de planejamento da disciplina de Física na escola e as interações entre o professor e outras esferas escolares e acadêmicas.

Aula	Atividade / Conteúdo	Recursos/ Característica
1	Apresentação/ Regras: escola e disciplina de Física	
2	Aula de revisão de conceitos de Física e Matemática	
3	Introdução aos conceitos de calor e temperatura	
4	Escalas termométricas	
5	Exercícios	
6	Resolução de exercícios	
7	Problematização: dilatação térmica	Reportagem de um jornal impresso
8	Dilatação térmica linear, superficial e volumétrica	Experimentos: Dilatação térmica linear em uma barra de alumínio. Dilatação térmica superficial e volumétrica: Anel de Gravezande
9	Dilatação Volumétrica	
10	Exercícios	
11	Resolução de exercícios	
12	Revisão	
13	Avaliação	
14	Correção da avaliação	
15	Prova de recuperação	
16	Energia <ul style="list-style-type: none"> • Tipos • Formas de obtenção • Discussões sobre a poluição nos processos e eficiência de aproveitamento 	

	dos recursos em sua produção	
17	Discussão sobre o processo de avaliação/ apresentação de resultados	
18	Calorimetria <ul style="list-style-type: none"> • Calor latente • Calor sensível 	
19	Exercícios calorimetria	
20	Modelos atômicos <ul style="list-style-type: none"> • Dalton • Thomson • Rutherford Bohr • Sommerfeld 	Apresentação de slides na TV Pendrive
21	Fusão e Fissão Nuclear	Apresentação de slides na TV Pendrive
22	Energia nuclear (turmas B e C ¹⁶) Bombas atômicas (turmas D e E)	Diário de bordo (Roteiros de atividade): <ul style="list-style-type: none"> • Questões • Textos base
23	Organização de apresentações dos alunos	
24	Apresentações dos alunos, grupos: <ul style="list-style-type: none"> • A favor (bomba/energia nuclear) • Contra 	
25	Apresentação de alunos: <ul style="list-style-type: none"> • Jornalistas • Comissão de escolha 	
26	Avaliação	
27	Correção da avaliação	
28	Prova de recuperação	
29	Debate entre os grupos	

Quadro 9: Sequência didática do segundo ano

Quanto às articulações de conteúdo nessa sequência, entendemos que houve a tentativa de introdução de noções básicas sobre temperatura e termodinâmica para que se pudesse estudar, posteriormente, os conceitos de calor e energia. Por sua vez, os modelos atômicos subsidiaram a discussão dos processos de fusão e fissão nuclear na produção de bombas atômicas e de energia nuclear.

Embora o professor relate que já tenha atuado em turmas de segundo ano do EM, nos últimos anos, isto não vinha ocorrendo. A mudança na distribuição de turmas fez com que houvesse a possibilidade de repensar o planejamento da disciplina. Observamos, por exemplo, que na aula 20 dessa sequência são abordados conceitos que também apareceram no terceiro ano. Dialogamos sobre essas mudanças na entrevista:

Pesquisador: Nas aulas desse ano, eu vi que você já trabalhou modelos atômicos com os alunos do segundo ano. De que forma vai ser dada continuidade com esses alunos? É diferente? Com os alunos que estão no

¹⁶ O professor optou por realizar o debate sobre a construção de bombas atômicas em duas turmas e a produção de energia nuclear nas outras duas.

terceiro ano atualmente, eles tiveram essa mesma abordagem no ano anterior ou você está modificando um pouco essa proposta de modelos atômicos?

Professor: O que mudou esse ano - isso daí começa lá na distribuição de aulas, que já foi no final do ano passado - eu geralmente pegava assim: pegava os terceiros anos e as turmas do curso técnico de informática. Agora eu estou voltando, agora fico só com o Ensino Médio (regular). Então larguei as turmas de informática para pegar o segundo e terceiro ano. Ou seja, a consequência disso é que os alunos de terceiro ano desse ano não foram meus alunos no ano passado. Agora os alunos de segundo ano desse ano com certeza vão ser meus alunos no ano que vem, aí eu vou poder fazer um encaminhamento como eu quero. Que nem, com o terceiro ano eu também dei essa parte de modelos atômicos, o finalzinho ali que fez uma abordagem diferente. O segundo ano eu fui mais para a parte do núcleo, da fusão e fissão nuclear, e o terceiro ano veio mais para a parte dos elétrons, das últimas camadas. E aí, para o ano que vem, eu não vou precisar dar todo o modelo atômico de novo, é só dar uma lembrada neles e já começar mais direto o efeito fotoelétrico.

Vemos que as *criações didáticas* do professor estão envolvendo um planejamento mais amplo da disciplina de Física da escola, mas percebemos dificuldades quanto às condições de trabalho docente, como o tempo disponível para a preparação de aulas e a falta de diálogo com outros professores de Física da escola.

Na semana de planejamento semestral da escola, houve momentos para reuniões interdisciplinares e outros específicos para cada disciplina. No planejamento da disciplina de Física, no turno da manhã, estavam presentes apenas o professor que observamos e o pesquisador, no turno vespertino compareceram: o professor, o pesquisador e alunos integrantes do projeto PIBID. Os outros professores de Física dessa escola participaram de semanas de planejamento em outros estabelecimentos de ensino nos quais também lecionam.

Dadas as características etnográficas do trabalho que realizamos, houve a possibilidade de inúmeros diálogos entre professor e pesquisador, na transição entre salas, no laboratório e até mesmo no intervalo/recreio. Notaremos que essas conversas realçam a vontade do docente em estabelecer um trabalho coletivo. Percebemos que busca pela interação com outros profissionais para dialogar sobre o ensino de Física é uma das aspirações desse professor. Na entrevista, ele relata que:

Pesquisador: Ao longo do semestre, eu percebi que são vários professores de Física aqui no colégio, mas não há uma articulação muito grande entre estes profissionais. Você acha que isso poderia contribuir de alguma maneira?

Professor: Olha, eu já tinha até comentado com você que eu queria que você viesse dar aula aqui na escola, porque eu vejo outros professores que na hora-atividade sentam, comentam, conversam. Por exemplo, as professoras de Inglês: tem uma que dá aula para o segundo ano da manhã, uma que dá aula para o segundo de informática e uma que dá aula para o segundo ano da tarde. Elas sentam e fazem a mesma prova para o segundo ano. O jeito de levar as aulas é diferente, mas como na hora de avaliar o conteúdo é o mesmo, então elas fazem a mesma prova. E isso eu acho que falta na Física, sabe? Eu não tenho tempo de conversar com outros professores da escola para trocar ideias, para ver como a gente pode abordar um determinado conteúdo, como essa prática do segundo ano. A turma do segundo ano que vai ser minha no terceiro ano, no ano que vem, vai ter sorte, porque vai ser o mesmo professor. Então eu sei como foi dado o conteúdo esse ano e sei como eu posso cobrar no ano que vem. Se eu tivesse contato, um momento para conversar mais com os outros professores, ficaria mais fácil de eu pegar, ver o que eles deram no segundo ou no primeiro para eu dar no segundo, no segundo para eu dar no terceiro, para complementar a prática deles e para eu, às vezes, tirar algo que eu tenho que explicar agora para eles explicarem em séries anteriores. Então, falta muito isso.

Pesquisador: Então, embora tenha um espaço para hora-atividade¹⁷ concentrada, na Física nem todos têm essa hora no mesmo dia?

Professor: Professor concursado aqui na escola, eu posso dizer que estamos só em dois. O outro professor tem dois padrões: um está aqui na escola e um é de Matemática em outro colégio. Então ele tem que conciliar os horários daqui com os horários de lá. [...] sua hora-atividade eu acho que ele está fazendo à noite, porque ele tem aulas à noite aqui no colégio também. Então, não tem esse tempo para eu sentar com ele e quando tem a semana pedagógica, esses cursos, ele acaba fazendo todos os cursos pela outra escola e não por aqui. Então, quer dizer, é mais uma perda que a gente tem aí.

Ainda que o diálogo com professores de Física da escola não venha ocorrendo, outras interações surgem, em uma atividade de Hora Atividade Interativa realizada pela internet, o professor relata que realizou discussões sobre a inserção da FMC no EM com professores e técnicos da rede estadual de ensino.

Pelo fato de receber estagiários, tomou conhecimento e participou de cursos, na universidade, que discutiam o ensino de Física, e, em um desses momentos, tomou conhecimento do artigo de Samagaia e Peduzzi (2004), sobre o projeto Manhattan para o ensino fundamental.

Há, aproximadamente, cinco anos, com base neste artigo sobre o projeto Manhattan, desenvolveu sua atividade para o estudo de Fissão, Fusão Nuclear e bombas atômicas em turmas de segundo ano do Ensino Médio (aulas 20 a 29, turmas D e E). O professor propôs um debate, ocorrido em um país fictício, onde diversos setores da sociedade devem decidir se haverá a produção de bombas

¹⁷ HORA-ATIVIDADE: tempo reservado ao Professor em exercício de docência para estudos, avaliação e planejamento, realizado preferencialmente de forma coletiva. (PARANÁ, 2004).

atômicas, os alunos eram cidadãos dessa nação e foram divididos em grupos de acordo com sua opinião inicial: a favor; contra, jornalistas (para estes não importava qual a decisão que seria tomada); comissão (não tinham opinião sobre o assunto até o momento).

Como instrumento de apoio aos alunos, o professor disponibilizou um “diário de bordo”, composto por um roteiro de atividades e textos base descrevendo a situação do país fictício onde ocorreriam os debates. Ao fim das atividades, esse diário de bordo deveria ser preenchido e entregue, sendo considerado uma atividade avaliativa.

Com base na Transposição Didática, podemos entender que esse conjunto de aulas possui *operacionalidade didática*, apresentando atividades bem delimitadas para sua abordagem e a capacidade de *transformação em exercícios e problemas* com os roteiros avaliativos e debates em sala de aula.

Tal qual ocorreu com o terceiro ano, o calendário de avaliações programados pela escola alterou a sequência de atividades, fazendo com que houvesse lacuna na apresentação dos grupos. A aula 29, em que deveria ocorrer o debate final entre os alunos, coincidiu com o primeiro dia da semana esportiva do colégio, e, por esse motivo, a sala de aula estava praticamente vazia.

No período em que realizamos as observações, com a participação de licenciandos integrantes do projeto PIBID, foi montada uma atividade semelhante para estudar a produção de energia nuclear (turmas B e C).

Ao longo de toda a sequência didática, foi marcante a utilização de elementos que não se restringiam ao estudo da ciência, tal qual havia ocorrido nas turmas de terceiro ano. No entanto, a partir da aula 20, as discussões foram mais aprofundadas quanto às preocupações ambientais e sociais decorrentes da produção de energia nuclear e a construção de bombas atômicas.

Acreditamos que a sequência didática das turmas de segundo ano, embora ainda não esteja tão bem estabelecida quanto à de terceiro, também apresentaram características inovadoras. Nas turmas de segundo ano, a abordagem não priorizou tanto os aspectos abstratos da FMC, por outro lado, trouxe à tona discussões importantes sobre questões energéticas e bélicas da Física Nuclear.

Esse tipo de abordagem com compreensão mais ampla de aspectos sociais, políticos e econômicos, é uma das características do professor como intelectual

transformador de Giroux (1997), e fornece uma formação escolar mais completa, afinal esta não envolve, apenas, a transmissão de fatos e conhecimentos objetivos.

5.5 TRANSFORMAÇÕES E CONDIÇÕES ESTABELECIDAS NA ESCOLA

Trouxemos, no primeiro capítulo desta dissertação, a descrição de Giroux (1997) do professor como intelectual transformador. Evidenciamos que o professor que observamos pode ser considerado como um intelectual desse tipo. Além disso, os fatores que caracterizam um professor como tal auxiliam a oferecer condições necessárias para o desenvolvimento de um trabalho com características inovadoras. Por sua vez, mais do que apenas trazer novos conceitos, a inovação a que nos referimos pode oferecer um ensino de Física que forneça melhor formação aos alunos, trazendo planejamento para essa disciplina que resulte em mais do que uma imensa lista de conteúdos, esquecidos após o Ensino Médio.

Discutimos, ao longo de nosso trabalho, sobre inúmeras dificuldades presentes na escola: carga horária reduzida da disciplina, tempo reduzido para o planejamento de atividades, condições de trabalho que não favorecem o diálogo entre os profissionais. Mas temos que destacar condições que favoreceram o trabalho do professor, na entrevista dialogamos sobre sua atuação nesse colégio:

Pesquisador: Desde que você entrou no Estado você trabalha neste colégio?

Professor: De concurso sim. Depois que eu fiz o concurso, entrei direto aqui. Faz 10 anos que eu estou na escola aqui, concursado. Como PSS, eu trabalhei em outros dois colégios. No primeiro ano, eu peguei aulas aqui, mas também estava com aula extraordinária em outro colégio. Aí de 2005 para cá que eu fiz o segundo concurso e fui chamado, os dois padrões aqui no colégio. E pretendo me aposentar aqui. Veja o laboratório que a gente tem aqui, o tanto que eu já lutei pela escola.

O trecho anteriormente destacado revela que há um sentimento de orgulho e afeição pela escola. O laboratório foi muito utilizado durante as aulas observadas, possui excelente estrutura e é reflexo dessa “luta” do professor, que, juntamente à direção e outros profissionais da escola, conseguiram criar esse espaço de acordo com suas necessidades.

Para Giroux (1997), um professor intelectual transformador deve ter a capacidade de efetuar transformações no contexto da escola, moldando o tempo escolar, os espaços, as atividades e o conhecimento.

Esse professor busca moldar o espaço escolar, não apenas pelo laboratório, com algumas turmas, desenvolveu atividades na quadra esportiva, com outras, realizou medidas de intensidade sonora ao lado externo do colégio. A sala de aula não é o único local para o desenvolvimento de suas atividades.

Pesquisador: Então, pelo fato de você estar só nesse colégio, numa única escola, é favorável para o seu trabalho de diversas maneiras?

Professor: Se eu pudesse aconselhar os professores a fazerem isso, eu aconselharia. Assumir uma escola e vestir mesmo a camisa daquela escola. Brigar, lutar pela escola e ficar só em uma escola. Conheço professores que estão em duas escolas, e a gente vê como isso atrapalha. Ele não consegue fechar o horário lá, não consegue fechar o horário aqui e ele me contou que, no ano passado, para ele conseguir fechar as aulas do padrão, ele estava em 3 ou 4 escolas. E isso atrapalha. Tem professor que diz que isso é bom, porque você vê outra realidade e tal. Mas eu acho que, no geral, acaba atrapalhando um pouquinho. Você não tem uma continuidade no trabalho, você não sabe como vai estar para o ano seguinte.

Essa condição de produção favoreceu a sua atuação docente, pois permitiu a construção de um planejamento em longo prazo, e vem estabelecendo uma relação de confiança com os demais profissionais dessa escola, alterando a concepção que estes tinham sobre o ensino de Física. Como vemos a seguir:

Professor: Então, como eles foram conhecendo o meu trabalho com o passar do tempo, tal, nunca tive problema de ter sido negado nada pra mim, de ter sido questionado o porquê de fazer de tal jeito. Só a pedagoga que perguntava assim qual era o objetivo de tal conteúdo, de tal abordagem, de tal metodologia, até para poder, como já aconteceu aí, vem pai de aluno questionar o porquê que eu fazia de tal jeito. E aí, como eu sempre tive esse diálogo com a direção e com a equipe pedagógica, então sempre ficou claro como que eu trabalho

Além de moldar os espaços escolares, entendemos que o professor também modifica os tempos escolares à medida que faz alterações em seu cronograma em função da aprendizagem dos alunos, como vimos na sequência didática do terceiro ano.

Como se pode perceber, o trabalho desse professor apresenta características coletivas, com múltiplas influências. Nas observações, ele relatou que uma das pedagogas da escola lhe auxiliou e influenciou seu trabalho, investigamos um pouco mais sobre isso na entrevista:

Professor: [...] É a pedagoga aqui do terceiro ano, eu conheço ela até mesmo antes de entrar, ela foi professora da minha irmã e, desde o começo assim, a primeira coisa que ela me fez, foi explicar qual era o papel do pedagogo na escola. Tem muitos professores aí que acham que o pedagogo serve para fiscalizar, para cobrar, é quase um inimigo dentro da escola. E ela me mostrou que é exatamente o contrário. Muitas vezes eu

tinha dificuldade de como abordar um conteúdo em sala de aula...apesar dela não poder me ajudar no conteúdo em si, ela pôde me ajudar nas práticas. Experiências que ela teve, experiências de outros professores que ela me passou, de como fazer a abordagem que o aluno conseguisse entender um pouquinho melhor e tal. Então ela influenciou e influencia no meu trabalho até hoje. Então, volta e meia, eu tenho dúvida de como fazer uma avaliação, de como preparar uma aula e tal, vou lá e converso com ela e sempre saio com ideias boas dali.

Além disso, a discussão sobre a coletividade de seu trabalho pode ser estendida para além da escola, o professor relata que interage com professores de outras escolas:

Professor: Nas discussões com outros professores a gente via que tinha a necessidade de mudar o conteúdo, mas também quando eu participei de alguns encontros a respeito da diretriz curricular do Estado.

O trecho acima reflete o trabalho coletivo que auxiliou o processo de moldar atividades e o conhecimento escolar sobre o ensino de FMC, mas notamos que outras articulações vêm sendo estabelecidas pelo professor. Acreditamos que a interação com os alunos estagiários e com o projeto PIBID também tem auxiliado a construção de conhecimentos nessa escola.

Ao longo deste capítulo, trouxemos construções efetuadas pelo professor, como sua sequência didática e o estabelecimento de condições que modificaram a cultura da escola, compreendemos que houve a construção de conhecimentos escolares com características originais tanto na organização e planejamento da disciplina quanto na forma de desenvolver as atividades propostas. Notamos criações didáticas para os conteúdos da Física Clássica e para os da FMC, além da estruturação de exercícios e problemas com características diferenciadas em relação à operacionalidade tradicional da Física.

Concluimos que o professor possui a capacidade de construir conhecimentos, no entanto, essa construção é possível devido às articulações coletivas com outras esferas, como os pares dos cursos de formação continuada, o estágio e projetos da universidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este trabalho tentando entender os papéis atribuídos aos professores de Física nas pesquisas para elucidar possíveis causas do afastamento entre o que se encontra escrito nessas publicações e o que realmente ocorre em sala de aula. No entanto, no decorrer de nossa investigação, verificamos que, em geral, os papéis atribuídos ao professor não são evidenciados nos trabalhos de pesquisa da área.

Há trabalhos que investigam as concepções de professores sobre o ensino de FMC no EM, nos quais são apontadas, principalmente, as razões que impedem ou dificultam o desenvolvimento desses tópicos em sala de aula, como a carga horária reduzida da disciplina de Física, a formação inicial e o conhecimento insuficiente dos professores da Educação Básica. Uma dificuldade semelhante à observada nos trabalhos analisados nas propostas de ensino de FMC e em trabalhos que apontam o papel do professor na construção de conhecimentos se refere à carga horária reduzida do componente curricular Física e ao grande número de feriados ou eventos festivos presentes no calendário escolar.

Ao longo do nosso trabalho de pesquisa, observamos, de fato, que a formação inicial e continuada constitui um diferencial na prática pedagógica. O conhecimento adquirido na formação inicial é a base sobre a qual o professor se estrutura e constantemente complementa ao longo de sua carreira.

Pouco se fala das contribuições dos professores na construção de conhecimentos sobre o ensino de FMC e, quando isto ocorre, normalmente, é num contexto atrelado à implantação de propostas desenvolvidas por grupos de pesquisa ou pesquisadores que atuam como professores em turmas do EM.

A ausência das contribuições dos professores da Educação Básica nos motivou a buscar, em sala de aula, a compreensão de elementos da atuação docente, tentando verificar de que forma o professor constrói suas atividades.

Realizamos um estudo com características etnográficas que nos permitiu refletir sobre as práticas docentes de um professor de uma escola estadual do estado do Paraná. Observamos que esse professor consegue superar o perfil da racionalidade técnica e constrói sequências didáticas articuladas no que se refere a conceitos da FMC e da FC. Notamos, em sua prática docente, criações didáticas,

tanto em relação ao seu plano de trabalho quanto ao desenvolvimento de cada tópico abordado.

O planejamento desse professor é bastante diferenciado quando comparado ao ensino tradicional de Física, já que, além de incluir tópicos de FMC, faz também a escolha por tópicos que considera fundamentais tanto para FC quanto para a FMC. Suas construções refletem escolhas conscientes, fundamentadas em diretrizes curriculares, em trabalhos de pesquisa e no debate coletivo com outros professores de Física, profissionais de diversas áreas na escola e com grupos da universidade.

Acreditamos que esse professor tem características de um intelectual transformador, pois sua capacidade de moldar os espaços escolares e trabalhar coletivamente com outras esferas acadêmicas tem possibilitado o desenvolvimento de um trabalho com características inovadoras. Vemos que os professores atuam transformando a cultura da escola, modificando seus espaços, dinâmicas e práticas.

Verifica-se que houve condições objetivas que contribuíram para o desenvolvimento das aulas que registramos. A escola dispunha de laboratório de ciências com mobília e experimentos de física novos e funcionais. Além disso, o professor ressalta que os coordenadores pedagógicos deram suporte ao trabalho docente e auxiliaram o desenvolvimento das práticas diferenciadas.

Ainda em relação à gestão escolar, é notório que a possibilidade de um professor da educação básica ministrar todas as suas aulas em uma única instituição favorece o desenvolvimento de um sentimento de identidade por estabelecer uma relação maior de vínculo e pertencimento, além de permitir uma adequação melhor do tempo e da rotina do docente. A longevidade na mesma instituição também traz sentimento de segurança e permite a estruturação tanto das ações pedagógicas que podem ser planejadas em longo prazo quanto da organização de espaços físicos relevantes para a prática dessas ações.

Evidenciamos que muitos são os fatores que podem auxiliar o desenvolvimento de sequências didáticas com resultados de aprendizagem significantes aos alunos: o trabalho conjunto entre diferentes instâncias escolares; a compreensão de que tornar um conceito operacional não se dá de uma única forma e que existem outras maneiras de romper com a cultura escolar da Física que está instaurada na maioria das escolas; e que é necessária uma identificação do professor com o espaço onde atua.

Observamos que a permanente “culpa” sobre os fracassos escolares não pode ser atribuída, exclusivamente, aos professores, tendo em vista que o trabalho docente é complexo e não inclui, apenas, suas próprias ações. Devemos, também, considerar o contexto social e cultural no qual a escola está inserida, bem como valorizar o professor oferecendo condições favoráveis que impactarão, diretamente, em suas ações pedagógicas.

É importante ressaltar que não queremos isentar a responsabilidade que o professor tem sobre o desenvolvimento de seu trabalho, sua formação e aprimoramento profissional.

Ao longo de todo nosso trabalho, apontamos o professor como construtor de conhecimento, apresentando suas articulações, criações e reconstruções, evidenciamos fatores que podem transformar a cultura escolar. Ressaltamos que essa construção deve ser um processo coletivo e, como tal, sugere a integração entre múltiplas esferas: professores, coordenadores, pedagogos, diretores, gestores e a comunidade escolar com pesquisadores das ciências de origem e da Educação e produtores de materiais didáticos. Combinação de todos esses fatores e profissionais é fundamental para a construção de uma escola pública de qualidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. **Discursos da Ciência e da Escola: ideologia e leituras possíveis**. Campinas: Mercado das Letras, 2004.

ALVES FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. Teses (Doutorado). 2000, 440 f. – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ASTOLFI, Jean-Pierre et al. **As Palavras-Chave da Didática das Ciências**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

AZEVEDO, Maria Cristina Paternostro Stella de. **Situações de ensino-aprendizagem: análise de uma sequência didática a partir da teoria das situações de Brousseau**. 2008, 284 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARRA, Vilma Marcassa; LORENZ, Karl Michael. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, vol. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986.

BARRELO JUNIOR, Nelson. **Argumentação no discurso oral e escrito de alunos do Ensino Médio em uma sequência didática de Física Moderna**. 2010, 176 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

BRASIL, Ministério da Cultura – Secretária de Educação Profissional e Tecnológica. **PCNEM+**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BROCKINGTON, Guilherme. **A realidade escondida: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio**. 2005. 268 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CAMPOS, Carlos Alberto; VEIGA, Jaime Sandro. A apresentação de tópicos de mecânica quântica no Ensino Médio: um considerável entrave. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis, Anais.

CARDOSO, Stênio Octávio de Oliveira. **Ensinando o efeito fotoelétrico por meio de simulações computacionais: Elaboração de roteiro de aula de acordo com Teoria da Aprendizagem Significativa**. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; RODRIGUES, Thais Tokashiki Tavares; BUENO, Darlene Andrade. Controle remoto: princípio de funcionamento (parte 1 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 3, p. 554-565, 2013.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano. Uma oficina de Física Moderna que vise a sua inserção no Ensino Médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n. 3, p.298-316, dez. 2001.

CHASSOT, Ático. Ensino de ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia. **Currículo e Ciências em Debate**. Campinas: Papyrus, p.12-44, 2004.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposición Didáctica: Del Saber Sabio Al Saber Enseñado**. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A., 1991.

CONTRERAS, José. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz Orinaldo de Quadro.

Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. Revista Brasileira de Ensino de Física, Florianópolis, v. 35, n. 3, 3602, 2013.

D'AGOSTIN, Aline; GARCIA, Nilson Marcos Dias; LEITE, Álvaro Emílio. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Revisitando Artigos de Revistas. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis, Anais.

D'AGOSTIN, Aline. **Física Moderna e Contemporânea: com a palavra professores do Ensino Médio**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

FARAGO, Alessandra Corrêa; UTSUMI, Miriam Cardoso. Formação Continuada de professores: proletarização ou intelectual transformador? **Revista HISPECI & LEMA**. Bebedouro: v. 8, p. 116-118, 2005.

FERREIRA, Marcia Alexandra Andrade. **Mídias, mediações e a questão nuclear: uma proposta de mediação institucional e tecnológica nas aulas de Física no Ensino Médio**. 2013. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

FIORENTINI, Dario; SOUZA, Arlindo José; MELO, Gilberto Francisco Alves. Saberes docentes: Um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, Corinta Maria Grisolia; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete Monteiro de Aguiar (org.). **Cartografias do trabalho docente: Professor (a) Pesquisador(a)**. Campinas: Mercado das Letras, 1998.

FORQUIN, Jean-claude. **Escola e Cultura: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FORQUIN, Jean-claude. O currículo entre o relativismo e o universalismo. **Educação & Sociedade**, Campinas, Ano XXI, n. 73 , p.47-70, dez. 2000.

GAMBOA, Silvio Ancisar Sanchez. Quantidade-Qualidade: Para além de um dualismo técnico e de uma dicotomia epistemológica. In: SANTOS FILHO, José Cândido Silveira; GAMBOA, Silvio Ancisar Sanchez. **Pesquisa educacional: quantidade-qualidade.** São Paulo: Cortez, 2000.

GARCIA, Tânia Maria Figueiredo Braga. Ensino e pesquisa em ensino: espaços da produção docente. In: GARCIA, Nilson Marcos Dias et al. **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias.** São Paulo: Livraria da Física, 2012. p. 239-259.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física.** v. 3. São Paulo: Ática, 2010.

GASPAR, Alberto. **Física.** Volume único. São Paulo: Ática, 2009.

GIROUX, Henry. **Escola crítica e política cultural.** São Paulo: Cortez, 1987.

GIROUX, Henry. **Os professores como intelectuais.** Porto Alegre: Artes Médicas: 1997.

GENZUK, Michael. Synthesis of Ethnographic Research. In **Occasional Papers Series.** Center for Multilingual, Multicultural Research (Eds.). Los Angeles: University of Southern California, 2003.

GROCH, Tony Marcio. **Práticas docentes no ensino de Física Moderna e Contemporânea: entre tradições e inovações.** 2011, 196 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

HAGEMEYER, Regina Cely de Campos. **Função docente e contemporaneidade: fundamentando os processos das práticas catalisadoras** (Tese de doutorado), Universidade de São Paulo, 2006.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. Ensinando Física Moderna E Contemporânea: Cosmologia Em Vídeos E Imagens. In **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011, Manaus, Anais.

JOAQUIM, Welington Mrad. **Ensinando a teoria da relatividade por meio de um sistema hipermídia.** 2013. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

KARAM, Ricardo Avelar Sotomaior. **Relatividade Restrita no Início do Ensino Médio: Elaboração e Análise de uma Proposta.** 2005. 236 f. Dissertação (Mestrado)

– Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KUENZER, Acácia Zeneida. As políticas de formação: a constituição da identidade do professor sobrando. **Educação & Sociedade**. v.20, n.68, Campinas, dez. 1999.

LEITE, Miriam Soares. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LESSARD-HÉBERT, Michelle; GOYETTE, Goyette; BOUTIN, Gérald **Investigação qualitativa: fundamentos e práticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2005.

LOCH, Juliana. **Física Moderna e Contemporânea no planejamento de professores de Física de escolas públicas do estado do Paraná**. 2011. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LOCH, Juliana; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Física Moderna e Contemporânea no planejamento dos professores de Física das escolas públicas do estado do Paraná. In: **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. XVIII SNEF, 2009. Vitória. Atas.

LOPES, Alice Ribeiro Casemiro. Bachelard: O Filósofo da Desilusão. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**. Florianópolis: v.13, n3: p.248-273, dez.1996.

LOZADA, Cláudia de Oliveira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Física de partículas elementares no Ensino Médio: as perspectivas dos professores em relação ao ensino do modelo padrão. In: **VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis, Anais.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eda. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MARTINS, Alisson Antonio. **A formação do professor de Física entre a graduação e a atuação profissional: aprender atuando e atuar aprendendo**. 2008, 136 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

MAXIMIANO, Joelma Rzatki; CARDOSO, Leonel; DOMINGUINI, Lucas. Física Moderna nos livros didáticos: um contraponto entre o PNLEM 2009 e o PNLD 2012. **Vidya**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.97-115, jan./jun. 2013.

MATOS FILHO, Maurício Ademir Saraiva; et al. A Transposição Didática em Chevallard: as deformações/transformações sofridas pelo conceito de função em sala de aula. In **Congresso Nacional de Educação EDUCERE**, Curitiba, 2008.

MENDES, Thales Cerqueira. Das indicações legais e científicas às ações no ensino de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio. In: **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012, Maresias, Anais.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. Tendências das pesquisas sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea apresentadas nos ENPEC. In: **Encontro Nacional De Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007, Florianópolis. Anais.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto; BASTOS FILHO, Jenner Barreto. A sistemática incompreensão da teoria Quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p.557-580, 2009.

NEVES, Késia Caroline Ramires; BARROS, Rui Marcos de Oliveira. Diferentes olhares acerca da Transposição Didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16 n.1, p. 103-115, 2011.

NUNES, Célia Maria Fernandes. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Revista Educação e Sociedade**, Campinas, n. 74, abril, 2001.

OLIVEIRA, José Márcio de Lima; ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. O discurso como objeto de pesquisa: representações de professores sobre a Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012, Maresias, Anais.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2000.

OSTERMANN, Fernanda. RICCI; Trieste dos Santos Freire. Relatividade Restrita no Ensino Médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n.2: p. 176-190, ago. 2002.

PAIVA, Josias Rogerio. **Representações pictóricas no ensino de Física moderna: um construção dos alunos**. 2010, 206f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PARANÁ, Conselho Estadual de Educação. Câmara de Educação Básica **Parecer CEE/CEB n. 130/10**. Processo n. 420/09. Pedido de apreciação das Diretrizes Curriculares da Educação Básica. Curitiba, fev. 2010.

PARANÁ, Assembleia Legislativa. **Lei complementar 103/2004**. Institui e dispõe sobre o Plano de Carreira do Professor da Rede Estadual de Educação Básica do Paraná e adota outras providências. Curitiba, mar. 2004. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=7470&indice=1&totalRegistros=1>, acesso em fev. 2014.

PARANÁ, Departamento de Educação Básica. **Caderno de Expectativas de Aprendizagem**. Curitiba, 2012.

PARANÁ, Secretária de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física**. Curitiba, 2008.

PEREIRA, Alexsandro Pereira; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. Porto Alegre: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, p. 393-420, 2009.

PEREIRA, Denis Rafael de Oliveira; AGUIAR, Oderli. Ensino de Física no nível médio: tópicos de Física Moderna e experimentação. **Revista Ponto de Vista**, Viçosa, v. 3: p. 65-81, 2006.

PEREIRA, Grazielle Rodrigues; BOUZADA, Marcus Valerio, Filho; NEVES, Marcelo Azevedo. Um estudo sobre a inserção do tema “energia nuclear” no Ensino Médio de municípios da baixada fluminense – RJ. In: In **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis, Anais.

PIETROCOLA, M.; et. al. **Física em Contextos**: pessoal, social, histórico. Vol. 3: Eletricidade e Magnetismo, Ondas Eletromagnéticas, Radiação e Matéria. São Paulo: FTD, 2010.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor Reflexivo: construindo uma crítica. In PIMENTA, Selma Garrido; Ghedin, Evandro (org.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez Ed, 2006.

POTENZA, Bruna Graziela Garcia. **A Formação de Professores e a Física Moderna: articulações para um desempenho autônomo**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ROCHA, Diego Marcelli. **Crenças de Auto-eficácia e Práticas Docentes**: uma análise de professores de Física em um contexto de inovação. 2011, 187 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ROCHA, Diego Marcelli; RICARDO, Elio Carlos. Crenças de Autoeficácia e a Formação Docente em Física Moderna e Contemporânea: uma relação atuante nas práticas dos professores. In **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas, Anais.

ROCHA, Tiago Ungericht. **As contribuições da história e filosofia da ciência para o ensino de Física Quântica na Educação Básica**. 2013. 320 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ROCKWELL, Elsie. **Reflexiones sobre el proceso etnográfico (1982-1985)**. Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, 1987.

SAMAGAIA, Rafaela; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Uma experiência com o Projeto Manhattan no Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru: v. 10, n. 2, p. 259-276, 2004.

SANCHES, Mônica Bordim; NEVES, Marcos Cesar Danhoni. O que pensam professores e alunos a respeito da inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. In: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010, Águas de Lindóia, Anais.

SANTOS, Lucíola Licínio de Castro Paixão; MOREIRA, Antonio Flávio B. Currículo: Questões de seleção e de organização do conhecimento. **Revista Série Ideias**, São Paulo, 1995.

SCHMIDT, Maria Auxiliadora Moreira Dos Santos; GARCIA, Tânia Maria Figueiredo Braga. Professores e produção do currículo: uma experiência na disciplina de História. **Currículo Sem Fronteiras**, v. 7, n. 1, p.160-170, 2007.

SHINOMIYA, George Kouzo. **Saberes e Práticas Docentes para a Inovação Curricular**: uma análise das práticas da sala de aula. 2013. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, Ingrid Ribeiro da Rocha. **Explorando as diferentes telas de TV**: uma proposta de inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. 2011. 134f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, João Freitas da. **Apropriação da Linguagem Científica por parte dos alunos em uma sequência de Ensino de Física Moderna**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVA, Luciene Fernanda da; ASSIS, Alice. Física Moderna no Ensino Médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. 2: p. 313-324, ago. 2012.

SILVA, Rodrigo Raposo; CUNHA, Karina Soares. O ensino de Física Moderna e Contemporânea em algumas cidades do interior da Paraíba segundo à ótica dos professores. In **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas, Anais.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. **Do Visível ao Indivisível**: uma proposta de Física de Partículas para o Ensino Médio. 2006. F. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. **Professores de Física em contexto de inovação curricular**: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no

ensino de Física Moderna e Contemporânea. 2012. 202f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Londrina, 2006.

SONZA, Aline Picoli; FAGAN, Solange Binotto. Investigação sobre abordagens de Física Moderna no Ensino Médio. In **X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2006, Londrina, Anais.

SOUSA, Wellington Batista. **Física das Radiações: Uma proposta para o Ensino Médio**. 2009. 248f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUZA, Ana Paula Grimes, LAWALL, Ivani Teresinha. Inovação curricular de Física Moderna: motivações, dificuldades e mudanças na prática docente. In **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011, Campinas, Anais.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. A inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis: V. 9, n. 3, 1992.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **Perspectivas para inserção da Física Moderna na escola média**. 1994. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

VALADARES, Eduardo de Campos; MOREIRA, Alysson Magalhães. Ensinando Física Moderna no Ensino Médio: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 15 n. 2, ago. 1998.

VALENTE, Ligia et al. Física Nuclear: Caminhos para a sala de aula. **XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Curitiba, 2008.

VIANNA, Heraldo Marelím. **Pesquisa em Educação: a observação**. Brasília: Plano Editora, 2003.

WILLIAMS, Raymond. **La Larga Revolución**. Buenos Aires: Nueva Visión, 2003.

ZEICHNER, Kenneth. Uma análise crítica sobre a “reflexão” como conceito estruturante na formação docente. **Educação & Sociedade**. Campinas, vol. 29, n. 103, p. 535-554, maio/ago. 2008

APÊNDICES

APÊNDICE 1: ORGANIZAÇÃO DA ENTREVISTA

Que tipo de formações possui	<ul style="list-style-type: none"> • Informática • Pós-graduação • Contato com a pesquisa em Física ou ensino de Física na graduação
O que o levou a ter uma abordagem questionadora, uma prática considerada não tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> • Formação em Física • Aulas Ensino Médio • Contato com outros professores • Relações em sala de aula
Sobre a escolha pela FMC e a construção da estrutura	
Desde o início de sua docência aborda FMC, o que o motivou a iniciar o estudo destes tópicos?	<ul style="list-style-type: none"> • Formação continuada • Orientações curriculares • Semana pedagógica • Interesse pelo tema desde a graduação
Há quanto tempo traz abordagens de FMC?	
Onde busca referências e ideias (onde se apoia para construir este conteúdo).	<ul style="list-style-type: none"> • Livros • Revistas da área de pesquisa em ensino • Materiais de divulgação científica • Relação estágio universidade
Quais os temas de FMC costuma abordar?	
Que mudanças ocorreram desde o início de sua prática?	<ul style="list-style-type: none"> • Fontes que pautam o trabalho • Temas desenvolvidos
Como chegou a estruturação das aulas do terceiro ano? Quais os conteúdos que vem a seguir. Esta estrutura vem mudando ao longo dos anos?	
Nas turmas do segundo ano também há abordagem de tópicos de FMC (Fissão Nuclear, modelos atômicos). De que forma enxerga a continuidade para os alunos que estão no segundo ano, os alunos do terceiro ano tiveram contato com os modelos atômicos e abordagem de FMC anteriormente?	
Como você seleciona os conteúdos que serão trabalhados? Há conteúdos que serão deixados de fora? O que pensa sobre esta seleção.	
Estrutura da Aula	
Há uma estrutura básica comum nas aulas da Física clássica e Física Moderna? O que difere na organização das aulas.	<ul style="list-style-type: none"> • Matemática • Utilização de recursos • Exercícios • Principais diferenças entre a Física Clássica e Moderna
Dificuldades no processo de ensino, estratégias diferenciadas, o que é mais difícil. Há dificuldades para construir os conceitos, visualização de fenômenos. Realiza ações específicas para superar as dificuldades?	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentos • Simuladores • Projeção
Mudaria alguma coisa nas aulas de FMC?	<ul style="list-style-type: none"> • O que acrescentaria • O que removeria

	<ul style="list-style-type: none"> • Principais êxitos
Com relação ao aluno e o processo de avaliação da aprendizagem	
Que contribuições aos alunos esta abordagem proporciona?	
Como avalia a aprendizagem dos alunos?	<ul style="list-style-type: none"> • Nos exercícios • Na avaliação • Trabalhos/ pesquisas • Participação em sala
Em relação a avaliação, o que mudaria? O que considera que faltou na avaliação da aprendizagem dos alunos, em outros semestres conseguiu avaliar de outra forma? Quais as principais dificuldades dos alunos?	
Considerações finais – motivações para continuidade/ Dificuldades/ Pontos positivos	
O que mais lhe motiva para continuar com estas práticas? Apesar das dificuldades, o que mais motiva em continuar com esse tipo de trabalho?	
Se tivesse condições, de que forma acha que poderia contribuir, e quais seriam as condições “ideais” para que esta prática fosse inserida de forma mais ampliada por outros professores?	