



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO”**

Campus Universitário de Bauru

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência

Sebastião Ivaldo Carneiro Portela

**A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E A CULTURA CIENTÍFICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA: PROBLEMATIZANDO A PRÁTICA DOCENTE NA
INTERFACE DAS DISCIPLINAS ESTÁGIO SUPERVISIONADO E HISTÓRIA DA
FÍSICA**

Bauru, 2014

Sebastião Ivaldo Carneiro Portela

**A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E A CULTURA CIENTÍFICA NA
EDUCAÇÃO BÁSICA: PROBLEMATIZANDO A PRÁTICA DOCENTE NA
INTERFACE DAS DISCIPLINAS ESTÁGIO SUPERVISIONADO E HISTÓRIA DA
FÍSICA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, área de concentração Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação da Prof.^a Dr.^a Lizete Maria Orquiza de Carvalho.

Bauru, 2014

Portela, Sebastião Ivaldo Carneiro Portela

A formação inicial de professores e a cultura científica na educação básica: problematizando a prática docente na interface das disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física/Sebastião Ivaldo Carneiro Portela, 2014

263 f.

Orientadora: Lizete Maria Orquiza de Carvalho

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2014

1. Cultura Científica. 2. História da Física. 3. Estágio Supervisionado. 4. Formação Inicial. 5. Textos históricos. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE SEBASTIÃO IVALDO CARNEIRO PORTELA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

Aos 28 dias do mês de fevereiro do ano de 2014, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Profa. Dra. CIBELLE CELESTINO SILVA do(a) Departamento de Física e Informática / Universidade de São Paulo, Prof. Dr. ERNANDES ROCHA DE OLIVEIRA do(a) Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Profa. Dra. ERLANDO DA SILVA RESES do(a) Faculdade de Educação/ Universidade de Brasília, Prof. Dr. EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN do(a) Departamento de Metodologia de Ensino / Universidade Federal de Santa Maria, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de SEBASTIÃO IVALDO CARNEIRO PORTELA, intitulado "A formação inicial de professores e a Cultura Científica na Educação Básica: problematizando a prática docente na interface das disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.



Profa. Dra. LIZETE MARIA ORQUIZA CARVALHO



Profa. Dra. CIBELLE CELESTINO SILVA



Prof. Dr. ERNANDES ROCHA DE OLIVEIRA



Profa. Dra. ERLANDO DA SILVA RESES



Prof. Dr. EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN

DEDICATÓRIA

A minha filha Rafaela por suportar e compreender minha ausência durante o período de realização do doutorado, aos meus pais e irmãos pelo apoio incondicional, aos amigos Ernandes, Adriana e Luciano pela agradável convivência em Ilha Solteira e a minha professora Lizete Maria Orquiza de Carvalho pelo seu exemplo em vivenciar verdadeiramente no dia a dia as coisas em que acredita.

AGRADECIMENTOS

À Lizete Maria Orquiza de Carvalho pela orientação e tolerância diante de minhas limitações.

À Adriana Bertoletto pelo aprendizado proporcionado em minha estada em Ilha Solteira.

Ao Ernandes Rocha de Oliveira pelas constantes trocas de ideias que me ajudaram muito no desenvolvimento deste trabalho.

À Zulind Luzmarina Freitas pela constante motivação.

Ao professor Washington Luiz Pacheco de Carvalho pela riqueza de seus questionamentos e pela concessão de uma sala no NAECIM.

Aos licenciandos da turma de 2011 do curso de Licenciatura em Física da Unesp de Ilha Solteira pela participação no trabalho.

Ao Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia da Unesp de Ilha Solteira pela apoio institucional.

Ao grupo AV formativa pela convivência, apoio e aprendizado.

Ao pessoal da secretaria do Programa em Educação para a Ciência da Unesp de Bauru, em especial à Denise pela disposição em atender nossas solicitações.

Aos professores e amigos do Centro de Ensino Médio 02 do Gama – DF pelos exemplos profissionais transmitidos durante os mais de dez anos de convívio.

À Secretaria de Estado de Educação do DF pela licença concedida para realização deste trabalho.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste trabalho.

Resumo

Neste trabalho, junto a um grupo de licenciandos, promovemos reflexões e propomos ações voltadas à construção da cultura científica no Ensino Médio tomando como base as influências da formação inicial na compreensão da ciência, os desafios enfrentados no contexto escolar e o processo de preparação, construção e aplicação de textos histórico-problematizadores nas escolas. A experiência foi realizada num “espaço” criado na interface das disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física durante o ano de 2011 e envolveu um grupo de licenciandos em Física da Faculdade de Engenharia da Unesp de Ilha Solteira. O objetivo da pesquisa consistiu em analisar o processo vivenciado pelos licenciandos do ponto de vista das manifestações de elementos condicionantes de suas práticas, almejando, desse modo, ampliar os conhecimentos que justifiquem a origem das dificuldades de emancipação para a transmissão dos conhecimentos da Física nas escolas. Os dados coletados são oriundos das transcrições dos debates realizados nas aulas de Estágio Supervisionado e História da Física, de duas entrevistas semiestruturadas e dos relatos das aulas ministradas pelos licenciandos nas escolas de Ensino Médio. As análises dos conteúdos dos dados apontam para a necessidade de considerar, na preparação profissional dos professores, fatores que condicionam suas práticas como as heranças culturais do ensino de Física, as forças sistêmicas, os conhecimentos específicos do ensino de Física e os fatores sócio-organizacionais do contexto escolar.

Palavras-chave: Cultura Científica; História da Física; Estágio Supervisionado; Formação Inicial; Textos históricos.

Abstract

In this work, developed with a group of undergraduates, we have promoted some reflections and proposed some actions concerning the scientific culture construction in secondary school, based on the initial formation influences of science understanding, the challenges faced in the school context and the process of preparation, construction and application of problem-solving-historical texts in schools. The experiment was performed in 2011, in a created "space" on the Supervised Practicum and the History of Physics disciplines interface; it involved a group of undergraduates from Unesp Engineering College of Ilha Solteira - São Paulo, Brazil. This participated research has the purpose of analysing the process in which the undergraduates have lived, from the point of view of conditioning element manifestations of their practices, aiming, thereby, to expand the knowledge that justify the origin of the difficulties of the emancipation for transmitting Physics knowledge in schools environment. The collected data were drawn from the transcripts of discussions during the Supervised Practicum and the History of Physics classes, two semi-structured interviews and reports of the classes taught by the undergraduates in secondary schools. The analysis of the data contents points to the need of considering, in the professional preparation of teachers, factors that influence their practices as cultural heritage of Physics teaching, the systemic forces, the specific knowledge of Physics teaching and the socio-organizational factors in the school context.

Keywords: *Scientific Culture; History of physics; Supervised Internship; Initial Training; Historical texts.*

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIGURAS

FIGURA 1 – FATORES CONDICIONANTES DA ATUAÇÃO DOS PROFESSORES DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	20
FIGURA 2 – CONSTITUIÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA ESCOLAR	26
FIGURA 3 – AS DIMENSÕES CONSTITUTIVAS DA CULTURA CIENTÍFICA ESCOLAR	48
FIGURA 4- A RELAÇÃO TEORIA-PRÁTICA NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO	76
FIGURA 5 – A INTEGRAÇÃO DOS ELEMENTOS PEDAGÓGICO-PROFISSIONAIS E CIENTÍFICO-CULTURAIS NA PRÁXIS DO PROFESSOR.....	79
FIGURA 6 – OS MOMENTOS DA ANÁLISE	93

QUADROS

Quadro 1 – Características da crítica imanente e crítica transcendente	38
Quadro 2 – Tópicos de referências para as aulas de Estágio II	81
Quadro 3 – Tópicos de referência para as aulas e seminários de História da Física	82
Quadro 4 – Textos com perfil pedagógico utilizados no 1º momento	85
Quadro 5 – Textos com perfil pedagógico utilizados no 3º momento	86
Quadro 6 – Textos com perfil histórico utilizados no 3º momento	87
Quadro 7 – Visão geral do 1º momento da análise	98
Quadro 8	
- Síntese descritiva das impressões dos licenciandos sobre o processo formativo e educativo	100
Quadro 9 – Síntese descritiva da problematização do conhecimento no ensino de Física.....	105
Quadro 10 – Visão geral do 2º momento da análise	112
Quadro 11 – Síntese descritiva da construção do conhecimento científico em aula	114
Quadro 12 – Síntese descritiva das posturas profissionais e as tensões na construção do conhecimento	122
Quadro 13 – Síntese descritiva dos desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola	126
Quadro 14 – Visão geral do 3º momento da análise	130
Quadro 15 – Síntese descritiva da visão sobre a História da Física na compreensão da natureza da ciência.....	131
Quadro 16 – Síntese descritiva da visão sobre a História da Física nos processos formativos e educativos	135
Quadro 17 – Síntese descritiva dos desafios para abordagem da História da Física no Ensino Médio	140
Quadro 18 – Visão geral do 4º momento da análise	147
Quadro 19 – Síntese descritiva da caracterização dos textos produzidos	149
Quadro 20 – Síntese descritiva dos desafios da produção dos textos.....	155
Quadro 21 – Síntese descritiva da aplicação do material produzido no Ensino Médio	159

Quadro 22 – Síntese descritiva dos argumentos e motivações da recusa da atividade de elaboração de materiais e inserção da HF no Ensino Médio	165
---	-----

Lista de Siglas

C&T – Ciência e Tecnologia;
EC – Ensino de Ciências;
EF – Ensino de Física;
EM – Ensino Médio;
ESII – Estágio Supervisionado II;
HF – História da Física;
HC – História da Ciência;
T1ES – Turma 1 de Estágio Supervisionado;
T2ES – Turma 2 de Estágio Supervisionado;
T1HF – Turma 1 de História da Física;
T2HF – Turma 2 de História da Física;

Sumário

Apresentação	13
Introdução	17
Capítulo 1– A formação cultural e supressão da autonomia e da liberdade	29
1.1 – A cultura, a transmissão cultural e a perspectiva crítica	31
1.2 – Conservação e rupturas das estruturas sociais	38
Capítulo 2 – A sociedade, a ciência, a técnica e os processos formativos	43
2.1 – A cultura científica e a educação.....	44
2.2 – A dimensão ideológica da cultura científica e o afastamento das questões humanas	49
2.3 – O processo de construção do conhecimento científico e algumas implicações pedagógicas	52
Capítulo 3 – A formação inicial de professores e a História da Física	59
3.1 – A formação de professores e a perspectiva emancipatória.....	59
3.2 – História da Física e as dimensões constitutivas da cultura científica escolar	64
3.2.1 – Os desafios da História da Física na interface formação inicial-atuação profissional	67
Capítulo 4 – A criação de um “espaço” reflexivo na interface Estágio Supervisionado e História da Física e a caracterização da experiência realizada com os licenciandos ...	76
4.1 – Caracterização da experiência realizada	80
Capítulo 5 – Concepção de pesquisa, coletas de dados e sistematização para a análise	90
5.1 – Características gerais da pesquisa	90
5.2 – Contexto, coleta dos dados e delimitações.....	91
5.3 – Sistematização para a análise dos dados.....	93
Capítulo 6 – Análise dos dados	97
6.1 – Primeiro momento – A unificação do grupo em torno de conhecimentos sobre a formação e a educação	97
6.1.1 – As impressões dos licenciandos sobre o processo formativo e sobre a escola..	98
6.1.2 – A problematização do conhecimento no ensino de Física	104
6.2 – Segundo momento – Os licenciandos e a cultura científica: a construção do conhecimento científico na sala de aula de Física	110
6.2.1 – A construção do conhecimento científico em aula.....	112
6.2.2 – Posturas profissionais e tensões na construção do conhecimento	121
6.2.3 – Desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola	125
6.3 – Terceiro momento – A História da Física e a cultura científica na educação	128
6.3.1 – A História da Física na compreensão da natureza da ciência	130

6.3.2 – A visão dos licenciandos sobre a História da Física na formação e na educação	133
6.3.3 – Desafios e entendimentos para abordagem da História da Física no Ensino Médio.....	138
6.4 – Quarto momento – Promovendo a cultura científica no Ensino Médio: a produção de materiais textuais com viés histórico-problematizadores.....	145
6.4.1 – Caracterização dos textos produzidos	147
6.4.2 – Os desafios da produção dos textos.....	153
6.4.3 – A aplicação dos textos em sala de aula	158
6.4.4 – Argumentos e motivações da recusa da atividade de elaboração de materiais e inserção da HF no Ensino Médio	163
Conclusão	172
Referências bibliográficas.....	178
Apêndice 1.....	184
Apêndice 2.....	196
Apêndice 3.....	218
Apêndice 4.....	237
Apêndice 5.....	249
Anexo 1	250
Anexo 2.....	257

Apresentação

O interesse pelo tema da pesquisa envolve a conjunção de fatores que se relacionam com minha trajetória formativa, profissional e acadêmica, incluindo nesse contexto a necessidade apontada pelas pesquisas de considerar no ensino de Física aspectos relativos à natureza da atividade científica que, nesse trabalho em específico, será norteado pela abordagem de aspectos da História da Física.

A vivência da docência como professor de Física da rede pública de ensino do Distrito Federal desde 1996 permitiu-me observar o quanto nossa atividade está condicionada a uma variedade de fatores internos e externos à escola cujo impacto na condução do trabalho docente é perceptível, sendo que quatro deles destacaremos neste trabalho: as forças sistêmicas, as heranças culturais do ensino de Física, os conhecimentos específicos do ensino de Física e, finalmente, os problemas de ordem sócio-organizacional que perpassam a dinâmica escolar.

As ações executadas nesta pesquisa objetivaram promover reflexões, na formação inicial dos professores, sobre o processo de construção da cultura científica na escola levando em consideração os condicionantes supracitados. Nesse sentido, os conteúdos históricos, debatidos na disciplina História da Física, foram os norteadores de uma proposta de ação visando à melhor compreensão do empreendimento científico que, associados aos debates sobre as práticas pedagógicas executadas nas escolas, ocorridas na disciplina Estágio Supervisionado, perfizeram um campo dentro da formação que possibilitou mapear, caracterizar e avaliar as manifestações dos fatores condicionantes na promoção da cultura científica no Ensino Médio, estratégia facilitada pelo fato de a professora que ministrava o curso de História da Física ser a mesma que ministrava a disciplina Estágio Supervisionado.

O foco nos aspectos históricos se justifica por acreditar em seu potencial na problematização do conhecimento e por desvelar elementos que constituem a cultura científica, o que a torna uma peça importante nas estratégias pedagógicas voltadas ao Ensino Médio. Contudo, a dimensão pedagógica referente a esses conhecimentos tem se mostrado precária na formação e, como consequência, presenciamos sua desvalorização nas escolas de Ensino Médio.

Particularmente, em minha formação, vivenciei essa deficiência. Quando terminei o curso de Licenciatura em Física, no ano de 1996 na Universidade de

Brasília (UnB), o currículo da Licenciatura se diferenciava do Bacharelado por um grupo muito pequeno de disciplinas pedagógicas, sendo que a História da Física (HF) e a Filosofia da Ciência, fundamentais na compreensão da ciência, ainda não configuravam a grade curricular.

Já dentro de uma grade curricular nova, em 1999, tive a oportunidade de cursar a disciplina HF como aluno especial na UnB, fato que impulsionou positivamente minha compreensão do processo de construção do conhecimento científico. Até então, as aulas que eu ministrava eram, de alguma forma, uma reprodução do modelo de aula de Física que tive na universidade – conceitos, fórmulas e intermináveis listas de exercícios em que predominava a Física como algo límpido e certo, a Física dos vencedores, sem controvérsias e desumanizada.

O contato mais sistematizado com a HF permitiu compreender melhor a Física, todavia, para abordá-la de forma efetiva em minhas aulas, eram necessários conhecimentos pedagógicos mais aprofundados sobre as possibilidades de transposição didática da HF, sem cometer as aberrações do ponto de vista histórico (Matthews, 1991). Essa conjunção de fatores foi a mola propulsora para ingressar no ano de 2003 no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB. Nesse período, desenvolvi um trabalho voltado para a construção de um estudo de caso histórico (Conant, 1960; Stinner et al, 2003;) em torno da temática de “O horror da natureza ao vácuo”. A ideia foi produzir um material com perfil histórico que pudesse ser utilizado por professores da rede de ensino e que evidenciasse os raciocínios envolvidos na construção do conceito de pressão atmosférica, sem abrir mão dos aspectos conceituais, da dimensão experimental, do formalismo matemático e das inter-relações entre conhecimento científico e sociedade. Enfim, o material produzido deveria contemplar os elementos que, a nosso ver, constituem o arcabouço de conhecimentos cuja apresentação deve ocorrer no nível médio, objetivando uma articulação equilibrada da natureza dos conceitos e da natureza da ciência na construção do que definimos anteriormente como cultura científica.

Objetivando dar continuidade a essa experiência, no ano de 2010, ingressei no programa de Pós-Graduação da Unesp de Bauru-SP com um projeto de doutorado que objetivava mapear, subsidiar a elaboração, teste e avaliação de estratégias didático-pedagógicas em torno das controvérsias e possibilidades do

papel da História da Ciência no ensino de Física nas escolas públicas de Ensino Médio.

Assim, no ano letivo de 2011, a convite da minha orientadora atuei no curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia da Unesp de Ilha Solteira-SP, concomitantemente como Estagiário de Docência do Ensino Superior nas disciplinas História da Física e Estágio Supervisionado II, sendo a primeira experiência com duração de um semestre e a segunda, de dois. Nesse período, tive a oportunidade de colocar em movimento minha proposta de trabalho ao acompanhar os licenciandos na etapa de reflexão, debates, preparação e execução de ações voltadas para a construção do conhecimento científico nas escolas, o que incluiu também a produção de textos histórico-problematizadores da Física.

No desenvolvimento deste trabalho, as ideias de vários autores serviram para justificar nossa proposta e dar suporte na análise dos dados, em especial os referenciais da linha crítica, cujo destaque deve ser dado a Theodor W. Adorno e a Max Horkheimer. Como referências filosóficas, foram a base das reflexões sobre a dimensão ideológica da cultura e os processos semiformativos em curso em nossa sociedade.

Paulo Freire, como referencial pedagógico, nos municiou do ideário do diálogo e da problematização em torno do contexto, dos sujeitos e dos objetos de conhecimento como elementos basilares no processo de ensino e aprendizagem, em contraposição à tradição bancária de educação.

Do ponto de vista epistemológico, focamos nos posicionamentos de Gaston Bachelard sobre a problematização como mola propulsora das rupturas entre o conhecimento vulgar e o conhecimento científico, assim como na percepção da relação empirismo e racionalismo na construção do conhecimento científico.

Já para a vertente da História da Ciência, todavia destacamos os trabalhos de Michael R. Matthews e Arthur Stinner que nos direcionaram na construção e utilização de alguns textos históricos no ensino.

E finalmente, em relação à formação de professores, apoiamo-nos nos estudos de Selma Garrido Pimenta acerca do estágio supervisionado como uma atividade prática e teórica concomitantemente e também na denúncia de perda da

autonomia docente pronunciados por José Contreras nos processos modernos de racionalização do ensino.

A confluência das ideias apresentadas nesses referenciais, somada aos condicionantes da atividade docente advindos de minha experiência profissional serviram de base para lançar um olhar sobre os dados que privilegiou as relações que se estabeleceram, em todos os momentos da análise, entre os sujeitos envolvidos, no caso os licenciandos e as forças sistêmicas, entre os sujeitos e as heranças culturais, entre os sujeitos e os conhecimentos específicos e entre os sujeitos e os fatores sócio-organizacionais.

As ideias, impressões, inquietações e intenções de pesquisa apresentadas aqui serão aprofundadas nas partes subsequentes deste trabalho. No Capítulo 1, buscamos subsídios nas teorias sobre a formação e transmissão cultural para desvelar as origens e os compromissos ideológicos da tradição e das forças impactantes nos processos culturais, destacando os processos semiformativos em voga na sociedade. No Capítulo 2, dissertamos sobre a formação da cultura científica, destacando seus elementos constitutivos, sua importância nos processos formativos e a dimensão ideológica da ciência e da técnica e os respectivos impactos no processo educativo. No Capítulo 3, discutimos a formação de professores na perspectiva emancipatória, o papel da História da Física como elemento problematizador das práticas pedagógicas e como o espaço criado na interface das disciplinas ES/HF pode contribuir para melhorar a compreensão da relação formação/atuação profissional. No Capítulo 4, descrevemos a experiência realizada com os licenciandos, destacando o contexto e as características das disciplinas ES/HF e do “espaço” criado na interface das duas em que foi possível realizar uma sequência de atividades voltadas à construção da cultura científica nas escolas. Já no Capítulo 5, caracterizo o contexto e delimitações da coleta dos dados e apresento como eles foram sistematizados para a análise. Nesse ponto, apresento também a questão de pesquisa, os objetivos do trabalho e os respectivos desdobramentos. Finalmente no Capítulo 6, utilizando as técnicas de análise de conteúdo, apresento uma síntese da análise descritiva e a análise interpretativa dos dados.

Introdução

Como seres históricos sociais que somos, a forma como pensamos, agimos, os valores que acreditamos e as instituições da qual fazemos parte estão condicionadas ao grupo em que vivemos. São esses conhecimentos que nos caracterizam como humanos e que nos distinguem dos outros seres, de modo que compartilhá-los é necessário para viver e integrar-se ao grupo.

Somos seres que aprendem com os outros homens. Aprendemos o que nos é transmitido nas interações sociais e por meio das instituições como a igreja, a escola, a política, o estado, entre outros. Contudo, também somos seres pensantes, e, por assim dizer, também modificamos culturalmente os espaços, dado o fato de que cada indivíduo faz parte de uma grande teia como paciente e agente do processo de formação cultural. A educação como parte desse processo tem um papel fundamental, como cita Brandão (2002)

[...] a educação é, também, uma dimensão ao mesmo tempo comum e especial de tessitura de processos e de produtos, de poderes e de sentidos, de regras e de alternativas de transgressão de regras, de formação de pessoas como sujeitos de ação e de identidade e de crises de identificados, de invenção de reinvenção de palavras, valores, ideias e de imaginários com que nos ensinamos e aprendemos a sermos quem somos e a sabermos viver com maior e mais autêntica liberdade pessoal possível os gestos de reciprocidade a que a vida social nos obriga. [...] nós somos seres aprendentes. (Brandão, 2002 p. 25)

A educação, ao mesmo tempo em que garante a transmissão dos conhecimentos culturalmente consolidados, também abre portas para o exercício da reflexão sobre esses conhecimentos e sobre nós mesmos, para nos entendermos como sujeitos dessa construção coletiva.

Do ponto de vista da educação formal, a escola como local de construção cultural deve desempenhar um papel de ressignificar esses conhecimentos e a relação entre ser aprendente e ser pensante, não podendo ficar limitada à transmissão imparcial da cultura. Segundo Lopes (2006), “a cultura e o cultural não estão tanto naquilo que se transmite, mas naquilo que se faz com o que se transmite, compreendendo um processo de reprodução cultural e social das divisões de classe da sociedade.” Portanto, precisamos investigar com mais detalhe o que é culturalmente transmitido denunciar seus laços ideológicos, na maioria das vezes, eclipsados.

A universidade – local de formação, e a escola – lugar de atuação profissional, compõem, dentro de um mesmo jogo de dominação, uma situação contraditória. Ao mesmo tempo em que reproduzem e reforçam as imposições sistêmicas e a tradição, são nelas também que se mantêm acesas as chamas que alimentam a crítica que faz contraponto às forças impositivas. Então é desejável para o professor em formação inicial uma perspectiva que permita o afastamento necessário para um posicionamento crítico reflexivo, de “negação” diante da realidade dada, do culturalmente aceito, pois na ausência dessa postura sobre o fazer pedagógico, sobre os conteúdos ensinados e sobre a origem e a dinâmica que envolvem os elementos do presente quadro, não garantiremos uma possível renovação cultural.

Devemos reconhecer que processos formativos baseados exclusivamente na racionalidade técnica têm se mostrado insuficientes para a abordagem dos problemas educacionais. A ausência de crítica, de consideração da totalidade dos fatores impactantes na atuação dos professores caracteriza o que Theodor W. Adorno (1903-1969) chama de processo semiformativo. A esse respeito, este filósofo denuncia a “crise da formação cultural” que se instalou na sociedade capitalista no início do século 20 e se tornou mais forte ainda nos dias atuais. Segundo ele, a formação se converteu em uma “semiformação”, uma forma de dominação cultural que suprime a autonomia e a liberdade. Em suas palavras:

A formação cultural agora se converte em uma semiformação socializada, na onipresença do espírito alienado [...] símbolo de uma consciência que renunciou à autodeterminação, prende-se de maneira obstinada, a elementos culturais aprovados. (Adorno, 2005, p.2).

A liberdade criadora, o autodirecionamento e os momentos de espontaneidade, característicos de um espírito livre, têm sido suprimidos por um utilitarismo apressado que está em curso em nossa sociedade. Além disso, a aceitação resignada dos elementos culturais impostos não permite que entre em marcha o afastamento para um olhar crítico e, como consequência desse processo, perde-se autodeterminação, capacidade de escolha e de reflexão, enfim, perde-se autonomia.

Dessa forma, assumimos um alinhamento com a perspectiva crítica em educação, a qual se fundamenta em elementos de ordem subjetiva e de ordem política, fomentando concepções de mundo que, somadas a nossa experiência

profissional, conduzem à compreensão de que a construção do conhecimento passa necessariamente pelo processo de questionamento e criticidade e exige uma participação ativa e consciente dos sujeitos envolvidos.

O potencial analítico do posicionamento crítico remete-nos, inevitavelmente, à necessidade de uma atuação diferenciada na formação dos futuros professores, em que o exercício da criticidade possa ser uma ferramenta para avaliar os impactos e os motivos que dão origem e continuidade às situações dadas, de modo que o professor possa se compreender como agente do processo educacional, alguém capaz de vislumbrar outros caminhos possíveis do ponto de vista das estratégias curriculares e pedagógicas.

Têm sido recorrentes os debates envolvendo a melhoria da formação científica na educação básica. Fatores como currículos, conhecimentos pedagógicos, políticas educacionais, avaliações, interesse dos alunos etc. estão no centro desses debates. Hoje, as pesquisas em ensino de ciências têm disponibilizado um amplo mapeamento dos principais problemas enfrentados e apontam variados caminhos a serem considerados na formação da cultura científica escolar. Apesar dos diferentes direcionamentos, subjaz a eles a ideia de que indivíduos que vivem numa sociedade amplamente influenciada pelos avanços científicos e tecnológicos necessitam, em algum nível, compreender esses empreendimentos humanos.

Neste trabalho, pretendemos analisar tais processos pelo viés da formação dos professores, mais especificamente, na formação inicial, em que o licenciando é mobilizado para a atuação profissional, o que reivindica um olhar para além das matérias tradicionais de ensino, incluindo outros aspectos constitutivos da cultura científica, muitas vezes desvalorizados no Ensino Médio. Também serão de nosso interesse as relações que os futuros professores estabelecem com o que é culturalmente aceito nos âmbitos de sua área específica e de sua profissão quando são convidados para reflexão e elaboração de ações considerando a complexidade do contexto escolar.

Nesse sentido, reconhecendo o professor como um dos principais agentes do processo educativo, buscaremos enfatizar os elementos que condicionam suas práticas, de forma que possamos considerá-los na formação do licenciando e dentro das propostas de ações que serão executadas visando à sala de aula.

No contexto da problemática sentida, identificamos quatro fatores que, no nosso entender, sintetizam os condicionantes que impactam na atuação dos professores de Física, a saber: as forças sistêmicas, mais especificamente as referentes aos sistemas públicos de ensino que tem caráter coercitivos; os fatores sócio-organizacionais do contexto escolar; as heranças culturais do ensino de Física cristalizadas na comunidade de professores de Física e amplamente difundida entre os alunos e os conhecimentos específicos do ensino de Física. O quadro a seguir representa esses aspectos que, asseguradas às especificidades da matéria de ensino, não se restringem aos professores de Física.



Figura 1 – Fatores condicionantes da atuação dos professores de Física na Educação Básica

As forças sistêmicas, que representam as forças e imposições que o sistema de ensino exerce nas escolas, ganham importância neste trabalho na medida em que colocam as instituições de Ensino Médio como meras executoras de políticas e procedimentos pensados e desenhados por agentes fora da escola, dificultando, dessa forma, que a comunidade escolar exerça a autorreflexão e emancipação, tornando-a refém da tendência política do momento.

Isso tem conduzido o professor à perda do controle e sentido de seu próprio trabalho. A escola enquanto organização ligada ao sistema de ensino não é autônoma e guia-se pelas determinações, limitações e regulações que fazem parte das políticas públicas de educação das esferas municipal, estadual e federal que,

comumente, são pensadas e elaboradas externamente a ela. Subjaz ao conteúdo ideológico dessas políticas um processo de perda da autonomia dos professores que, na visão de Shön (2000), traduz-se na prática profissional na menor liberdade de se ensinar aquilo em que se acredita em função dos incentivos e sanções empregados pelo sistema, o que tem reduzido a inclinação profissional para a reflexão sobre a própria prática.

Para Contreras (2002), as forças sistêmicas, acentuadas nas atuais políticas de educação, têm levado a um processo de racionalização do trabalho docente que tem como base a separação das fases de concepção e execução da ação pedagógica, ficando a função docente limitada a cumprir e aplicar programas e pacotes curriculares elaborados por *experts*, daí o caráter coercitivo das forças sistêmicas. Para ele, isso gera um processo de desqualificação do professor que não precisa mais planejar as aulas, compreender processos educativos e agir e modificar o que foi produzido, uma vez que isso já foi pensado fora do ensino. Ainda sobre o processo de racionalização do ensino, Contreras (2002) argumenta que a perda do controle dos professores sobre o próprio processo de ensino, conduzido pela crescente regulação burocrática e rotinização do trabalho, tem impedido o exercício reflexivo e as trocas de experiências profissionais, o que favorece o isolamento profissional e fomenta o individualismo.

A palavra de ordem no mundo sistêmico é a “eficiência”, corporificada em políticas de metas quantitativas a serem atingidas por cada instituição de ensino baseadas nos resultados de programas de avaliação como o Enem¹, Saesp² e Prova Brasil³, dentre outros. Em algumas unidades da Federação, chegou-se ao ponto de os salários e a quantidade de verba que a escola recebe estarem vinculadas a essas metas. O que é mais grave nesse processo é que, na ausência de reflexão sobre seu papel na sociedade, e tendo em vista a falta de sentido da educação para os profissionais da educação, não tem restado alternativa à escola que não se adaptar a essas imposições. Assim, organiza-se para vivenciar e aceitar os materiais, as matrizes curriculares e as orientações que favorecem a obtenção de metas pré-estabelecidas. Nessa nova organização, os professores, destituídos da

¹ ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica. Hoje passou a ser utilizado também como mecanismo de seleção para o ingresso no Ensino Superior.

² Saesp (Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo) é uma avaliação aplicada pela Secretária de Educação do Estado de São Paulo para alunos da rede estadual de ensino que estão no Ensino Fundamental e Ensino Médio.

³ Prova Brasil é uma avaliação para diagnóstico, em larga escala, desenvolvida pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep/MEC) e que tem o objetivo de avaliar a qualidade do ensino oferecido pelo sistema educacional brasileiro.

capacidade de autodirecionamento, assumem o papel de meros executores de políticas e programas pensados externamente às instituições educacionais (Contreras, 2002).

Os fatores de ordem sócio-organizacional foram considerados como condicionantes da ação do professor por ter forte impacto na constituição da escola como um ambiente intelectual. Tomando como base nossa experiência como docente em escola pública, percebemos o quanto nossas ações pedagógicas sofreram interveniências de elementos como a indisciplina, a falta de regras claras de conduta para professores e alunos e a forma de organização das atividades coletivas. Tais fatores que, na maioria das vezes, são reflexos da forma de gestão escolar, forçam a descontinuidade das tarefas planejadas e afetam a ação profissional.

Tem se tornado comum, principalmente nas escolas públicas, as interrupções ou cancelamento das aulas em função da violência, da indisciplina, da falta de professores, da realização de atividades extras não comunicadas previamente, entre outras. Como consequência, gera-se um mau hábito nos alunos que vão para a escola já esperando por interrupções e por dispensa antecipada, o que é frequente. Desse modo, as escolas têm perdido o caráter de centro cultural da comunidade local, pois o debruçar sobre o conhecimento e os problemas a ele relacionados passam a ser secundários diante dos problemas de natureza sócio- organizacional que afligem nossas instituições. Reconhecemos que a escola como instituição social reproduz e é influenciada pelo entorno social no qual está inserida, portanto problemas como a violência, que tem origens em instâncias macroestruturais da sociedade, são de difícil acesso. Já a indisciplina e o desinteresse, apesar de serem manifestações da juventude e terem causas variadas, são reforçados pela forma como os conhecimentos são difundidos nas escolas, desconectados da realidade dos estudantes e sem dinamismo, enfim, pouco desafiadores e com pouca participação dos alunos.

Em especial, a indisciplina, segundo Aquino (2003), é resultado dos conflitos gerados pela inadequação das práticas escolares que são fechadas a diálogos com os novos perfis discentes; em suas palavras: “(...) a indisciplina traduzir-se-ia numa espécie de efeito de inconformidade, por parte do alunado, aos anacrônicos padrões de comportamento nos quais as escolas ainda parecem inspirar-se” (Aquino, 2003, p.51). O autor ainda aponta para o caminho da busca coletiva por soluções, e

defende que estas devem considerar, necessariamente, a participação ativa dos alunos e ações pedagógicas mais inclusivas por parte do professor.

Não há uma solução fácil para esses problemas em específico, mas precisamos reconhecer que uma formação mais consistente do professor pode dar condições teóricas para análises mais aprofundadas dessa realidade, desvendando, assim, possíveis caminhos a serem seguidos. Tudo indica que as soluções para boa parte dos problemas de ordem sócio-organizacionais apontados conclamam para a necessidade de um repensar coletivamente a escola. Contudo, como abordamos anteriormente, o exercício da reflexão e da coletividade estão em baixa no ambiente escolar.

Já as heranças culturais do ensino de Física justificam-se como fator condicionante da prática docente por representarem um obstáculo a ser contornado para que outras formas metodológicas e outros aspectos do conteúdo possam ser abordados. Às heranças culturais do ensino de Física, remetemo-nos àqueles padrões que geralmente caracterizam o ensino e aprendizagem da Física, os quais traduzem as tradições cristalizadas que se expressam na forma e nos conteúdos cuja abordagem é feita nas escolas e reforçada na formação universitária e por entidades de classe como a Sociedade Brasileira de Física (SBF). Em geral, nessa tradição, não existem problemas a serem debatidos, sendo que o conhecimento é destituído de compromissos com a busca de compreensão do mundo que rodeia os aprendizes e é condicionado a um currículo e padrões que são transmitidos de geração em geração, cuja sequência é compartilhada pelos professores de Física. Essa é uma concepção de ensino, na visão de Cobern & Aikenhead (1997), de tendência sociológica cujos objetivos são aculturar os estudantes dentro dos padrões, procedimentos e exemplos aceitos dentro da subcultura da ciência sem a devida consideração do contexto do sujeito aprendiz.

Nessa tendência, há predomínio da formação unidimensional⁴ em que o conhecimento científico se resume basicamente ao enunciado de uma coletânea de fatos e conceitos e substituição mecânica de dados em fórmulas. É comum os conhecimentos serem impostos e aceitos como verdades incontestáveis, como dogmas, o que conduz à omissão do caráter problematizador da ciência, suas características de constructo humano e sua historicidade. Essa cultura dominante é

⁴ Expressão utilizada por Hebert Marcuse, em seu livro "A ideologia da sociedade industrial", para denunciar a sujeição dos homens a um estilo de vida ditado pela tecnologia moderna a serviço do capitalismo.

baseada em práticas em que a coletividade e o exercício da reflexão e de debates entre os alunos são desvalorizados.

Num estudo realizado por Höttecke & Silva (2011), em que os autores apontam a cultura das práticas dos professores de Física como um dos obstáculos para abordagens de aspectos da natureza da ciência, é exposto que ela se caracteriza por atribuir exclusivamente ao professor, em geral por meio oral, a transmissão do conhecimento aos alunos, os quais por sua vez se submetem a uma razão que, muitas vezes, não faz sentido para eles, desencorajando-os, desse modo, a expressar suas próprias ideias. Os autores acrescentam ainda que dentro desse modelo, a Física é apresentada como uma construção masculina, menosprezando a participação das mulheres na compreensão desse constructo.

Nesse contexto de exposição e reprodução em que predomina a concepção bancária de educação nas escolas (Freire, 1978), dar suporte às etapas posteriores é, praticamente, a única razão de sua existência. Desse modo, o professor exime-se de repensar e justificar os conhecimentos da Física dentro das reais finalidades e necessidades formativas dos estudantes.

Portanto, é necessário considerar e entender essa tradição e ao mesmo tempo reconhecer sua legitimidade no processo de construção da prática docente. De fato, o que ensinar e como ensinar fazem parte de uma herança culturalmente construída, resultado de um processo ao qual fomos submetidos durante toda nossa formação, desde as aulas de Física na educação básica até as aulas de Física durante o curso de licenciatura. Para Mizukami (1986), isso se deve ao fato de as práticas pedagógicas dos professores estarem fortemente atreladas aos modelos aos quais foram submetidos ao longo do seu próprio processo de escolarização.

Os conhecimentos específicos do ensino de Física, os quais envolvem os conhecimentos da matéria de ensino e os conhecimentos pedagógicos, também se constituíram um aspecto que julgamos importante para a análise desse trabalho, uma vez que ainda é comum o discurso de que um bom conhecimento da matéria de ensino seja suficiente na preparação do professor. Essa visão parece ainda mais forte entre os aspirantes à profissão, uma vez que o conjunto de saberes pedagógicos apreendidos durante a formação começa a fazer sentido na prática profissional, o que significa que parte significativa do aprendizado professoral vem dos desafios impostos pela dinâmica do processo educativo, principalmente os

vivenciados no interior das escolas públicas que envolvem uma complexidade de conhecimentos que superam os específicos da matéria de ensino.

A matéria a ser ensinada, por sua vez, comporta os conhecimentos da Física como área do saber, pois que apresenta singularidades conceituais, procedimentos específicos, formas de abordar os fenômenos e de fazer uso das ferramentas matemáticas que lhe são próprios e que são fundamentais à atividade dos professores. Por outro lado, também deve fazer parte da matéria ensinada elementos que garantam a compressão de sua natureza, que permitam responder o que é a Física, como ela se constituiu, quais são as características da comunidade de praticantes dessa ciência, quais valores éticos e políticos que circundam sua prática, o papel do pensamento filosófico nesse empreendimento, dentre outros. E isso envolve aspectos de História da Ciência, Filosofia da Ciência e Sociologia da Ciência. Shulman (1986) chama atenção para esse último aspecto ao afirmar:

Os professores não devem ser capazes apenas de definir para os estudantes as verdades aceitas em um domínio. Eles devem também ser capazes de explicar porque uma proposição particular é considerada verdadeira. Por que vale a pena conhecê-la e como ela se relaciona com outras proposições, tanto dentro da disciplina como fora, tanto na teoria como na prática. (Shulman 1986, p.9)

De fato, os aspectos que justificam o conhecimento não podem ser encarados como meros acessórios dos conteúdos a serem ensinados, como comumente ocorrem nos processos de ensino e aprendizagem da Física, eles são elementos constitutivos da matéria de ensino. Uma perspectiva formativa comprometida com esses dois aspectos constitui o que iremos chamar neste trabalho de “cultura científica escolar”.

Segundo Vogt (2005), na formação da perspectiva da cultura científica, não é suficiente apenas informar, é necessário compreender e desenvolver um espírito crítico que permita avaliar como esse conhecimento se constrói e como ele é influenciado e influencia as decisões econômicas, sociais, políticas e éticas. Nesse viés, podemos perceber que, em geral, os aspectos mais reflexivos sobre o empreendimento científico estão ausentes de nossa formação científica, a qual privilegia resultados em detrimento de processos. Impera aí um operativismo mecânico (Carvalho & Pérez, 2006) em que há substituição de dados em fórmulas sem um devido tratamento esclarecedor dos conceitos e suas relações com a realidade. Tal ação asfixia a problematização e o pensamento dialógico. Já numa

educação científica comprometida com a construção de uma cultura científica, temos que ultrapassar o entendimento dos conceitos/formalismo científico, sendo necessária uma análise também pautada na construção da própria ciência, ou seja, da natureza da ciência.

Ao conceber a ciência e a tecnologia enquanto construções humanas, que se constituem dentro da teia social, Carvalho (2007) considera um terceiro aspecto dos conhecimentos necessários à ação dos professores, o qual consiste em compreender as relações existentes entre a ciência e a sociedade.

Diante do quadro teórico apresentado, sintetizamos a ideia de que uma formação visando à cultura científica na escola deve buscar integrar os princípios fundamentais da física com a natureza da ciência e suas implicações no contexto social. A figura 2 ilustra essa ideia.

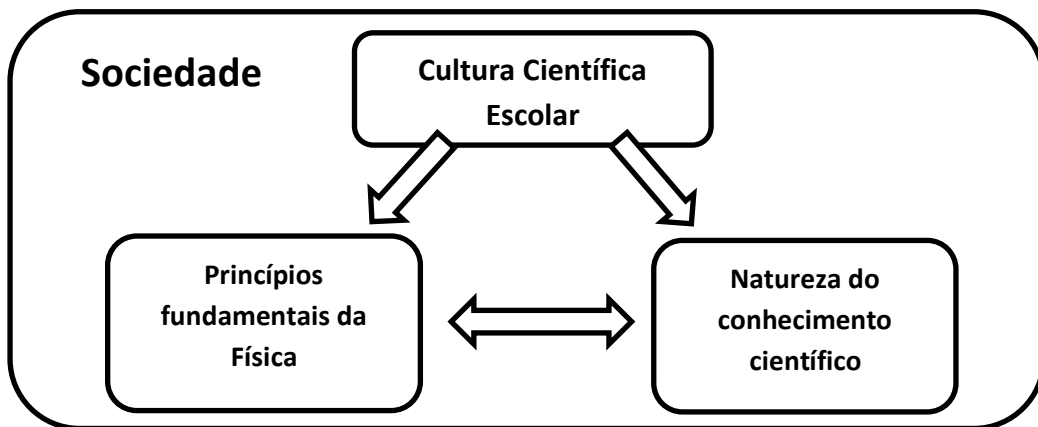


Figura 2 – Constituição da cultura científica escolar

Os conhecimentos pedagógicos, o segundo tipo de conhecimento específico a ser considerado como conhecimento professoral, são para Shulman (1986) uma forma particular de conhecimento que deve visar aos aspectos mais relevantes ao ensino da matéria, de modo a torná-la mais compreensível para os outros. Segundo o autor, inclui-se nesse conhecimento o domínio das formas mais usuais de representação das ideias da Física, o conhecimento das mais poderosas analogias, ilustrações, exemplos, explicações, demonstrações, concepções alternativas e outros aspectos que têm origem na pesquisa e na prática.

Após termos considerado os quatro condicionantes que impactam a prática docente, passamos a definir os contornos da questão de pesquisa. Neste trabalho, pretendemos criar um “espaço” na formação inicial para promover reflexões sobre a

construção da cultura científica escolar. Dentro das condições de realização da pesquisa, isso foi possível na interface das disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física. Nossa intenção foi possibilitar ao futuro professor, na fase de estágio nas escolas, a realização de uma contraposição entre os contextos formativos e os de atuação profissional, no que tange à construção do conhecimento científico, gerando a necessidade de considerar no Ensino Médio outras dimensões que não somente aquelas relacionadas aos aspectos científico-conceituais da cultura científica. Além disso, caminhamos no sentido de buscar a tomada de consciência dos fatores condicionantes de sua atuação profissional, visando a permitir a autocrítica em relação tanto a que tipo de professor que se é como ao nível de compromisso com a realidade dada que se tem, e de abrir caminhos para o entendimento da complexidade escolar.

Elegemos também os estudos em torno de episódios da História da Física (HF) como fonte de problematização e fomento dos debates para compreensão da ciência. Como elemento constitutivo da cultura científica, a HF deve assumir um papel no ensino que ultrapassa a simples dimensão motivacional e auxiliar na compreensão conceitual ao permitir que o futuro professor tenha acesso aos elementos interpretativos que justificam a ciência.

A despeito de os argumentos a favor da HF no ensino serem recorrentes desde o início do século passado (March, 1910; Langevin, 1992; Conant, 1960) e as pesquisas recentes na área apontarem para sua importância no processo de compreensão da ciência (Martins, 2006; Matthews, 1994; Irwin, 1998), ela ainda é pouco valorizada na formação dos professores, principalmente nos aspectos pedagógicos necessários para sua abordagem nas escolas de Ensino Médio.

Uma das etapas do experimento de pesquisa realizado dentro do “espaço” criado na interface ES/HF também envolveu a elaboração de textos com base nos conhecimentos históricos, atividade cujo objetivo foi dar suporte aos licenciandos para promover reflexões sobre os elementos constitutivos da cultura científica e sobre a natureza da ciência, enquanto atuavam no EM.

Portanto, nosso objetivo no trabalho foi investigar o processo vivenciado pelos licenciandos visando à construção da cultura científica na escola dentro do “espaço” criado na interface das duas disciplinas. Isso envolveu um olhar sobre as influências da formação universitária nas concepções dos licenciandos, sobre suas práticas

dentro de sala de aula, as impressões sobre o papel da história no ensino, as dificuldades apresentadas em considerar o contexto escolar e os enfrentamentos na elaboração e nas aplicações desses textos.

Para investigar tal processo, consideraremos os quatro condicionantes da prática do professor explicitados acima, o que exige lançar luz sobre suas manifestações e origens.

Diante do exposto, a tese defendida se estabelece na ideia de que a **formação do licenciando dentro de uma perspectiva problematizadora da educação, do conhecimento científico e de suas práticas de ensino, promovida na interface das disciplinas História da Física e Estágio Supervisionado, viabiliza o início de um processo emancipatório de reconhecimento e negação das forças condicionantes de suas ações no sentido de aprimorar a construção da cultura científica na escola.**

Dois referências mutuamente complementares direcionaram, na prática, as ações promovidas no espaço criado na interface HF/ES: Paulo Freire que forneceu os fundamentos do diálogo na prática problematizadora e Selma Garrido Pimenta que defende o estágio como uma atividade de reflexão teórica sobre a prática.

Paulo Freire (1921-1997), educador brasileiro de renome internacional, ícone da educação como prática da liberdade, tem sua pedagogia alicerçada na necessidade de considerar o fator humano nos processos educativos, considerar os sujeitos envolvidos e abrir espaço para expressão, reflexão e descoberta. Ele reivindica a tomada de consciência das razões das coisas em busca permanente da emancipação do homem, no sentido frankfurtiano.

A solidez e abrangência de suas ideias, que originalmente emergiram da preocupação com educação popular e alfabetização de adultos, permitem uma extrapolação para o ensino de ciências. Neste trabalho, a concepção freiriana de problematização e de diálogo como elementos estruturadores do processo educativo balizaram as duas disciplinas de formação consideradas neste trabalho. Tais estudos foram referenciais, também, nas etapas de planejamento de atividades nas escolas, bem como nos materiais instrucionais elaborados e aplicados e nas problematizações em torno de episódios da História da Física.

Complementarmente, compartilhamos com Pimenta & Lima (2011) a ideia do estágio como não sendo apenas uma aplicação das teorias pedagógicas aprendidas nos cursos de graduação, pelo contrário, o estágio também é teórico, uma atividade teórica sobre a práxis, em que a teoria oferece aos professores perspectivas de análises para compreender a si mesmo, como profissional, e os diversos contextos nos quais se dá a atividade docente, para neles intervir e transformá-los. Daí a necessidade da postura do professor como investigador de sua prática, pois a práxis só é garantida por meio da análise teórica sobre ela. O professor pesquisador é aquele que cria instrumentos de distanciamento entre a teoria e sua prática.

Nos capítulos que seguem faremos um debate mais aprofundado de cada um dos tópicos aqui tratados.

CAPÍTULO 1 – A FORMAÇÃO CULTURAL E SUPRESSÃO DA AUTONOMIA E DA LIBERDADE

A formação do indivíduo, a sua constituição como homem, no sentido mais abrangente do termo, é condicionada ao ambiente social em que vive. A forma como pensamos, sentimos, cremos e os valores aos quais estamos arraigados são elementos transmitidos por meio do convívio com o grupo social do qual fazemos parte. Visto sobre esse prisma, o homem não nasce naturalmente homem, mas se torna homem por meio das interações sociais que ocorrem de sua história (Cuche, 1999); o comportamento humano é resultado de um processo de aprendizado, ou seja, ele aprende com as vivências culturais, com as interações com os pares e com ele mesmo.

Vivemos num mundo “paralelo”, socialmente constituído, caracterizado pelo que chamamos de cultura. Na visão de Brandão (2002), esse “mundo cultural” se estabelece em múltiplas dimensões que envolvem desde objetos e utensílios utilizados na vida social que recriamos a partir do naturalmente dado, aos hábitos, costumes e instituições que herdamos e inventamos para viver, como a família, a religião, a arte, educação ciência, entre outros. Inevitavelmente ao nascermos, já herdamos das gerações passadas esses conhecimentos que foram sendo acumulados historicamente e que influenciam na nossa forma de olhar o mundo.

Contudo, a tradição cultural pré-existente, apesar de legítima, tem duplo sentido para nós. Por um lado, nos introduz dentro da lógica social da qual fazemos parte, nos tornando membros do grupo e permitindo que compartilhem as experiências historicamente construídas, evitando a necessidade de “reinventar a roda” a todos os momentos. Por outro lado, nos molda ao pré-determinar as nossas práticas, opções e valores que foram escolhidos pelo coletivo em que nós vivemos, o que os torna fatores limitadores para novas possibilidades. Acrescenta-se a isso o fato de o conteúdo substancial da cultura, sua seleção e transmissão não serem obras do acaso. A herança cultural que recebemos é resultado de um intrigante processo seletivo, historicamente determinado, que envolve diversos interesses como: econômicos, de classe, de gênero, entre outros; ou seja, possui caráter ideológico, e por assim ser, precisa ser devidamente analisado e avaliado. Não queremos com isso negar a tradição, mas sim problematizá-la, duvidar do que

parece ser aproblemático e aceito. Não podemos apagar as heranças que recebemos, mas, a partir delas, refletir, uma vez que a crítica teórica sobrevive do reconhecimento dessa tradição que recai sobre nós, na ação reflexiva sobre ela, na direção de possibilidades futuras (Horkheimer, 1983).

1.1 – A CULTURA, A TRANSMISSÃO CULTURAL E A PERSPECTIVA CRÍTICA

Segundo Cuche (1999), o sentido semântico da palavra cultura tem origem no ato de cultivar algo, no sentido dos cuidados dispensados ao campo, ao cultivo da terra. Para ele, foi no século XVIII, na França, que um sentido figurado da expressão como cultivo das ideias se impôs, impulsionado pelo movimento iluminista, que associa a palavra “civilization” às realizações materiais de um povo e a palavra cultura à ideia de progresso, de educação, de afinamento dos costumes ao estado de espírito do indivíduo culto que usa a razão e cultiva a instrução no sentido de alcançar um mundo mais civilizado. Somente no século XIX coube ao antropólogo britânico Edward Burnett Tylor (1832-1917) sintetizar pela primeira vez a ideia de cultura como sendo todo conjunto de conhecimentos aprendidos com os membros de uma sociedade (crenças, arte, moral, leis, costumes ou qualquer outra capacidade ou hábitos) e que isso não dependia da hereditariedade biológica (Laraia, 1993; Cuche, 1999).

Para Cortela (2000), uma possível noção de cultura está ligada a nossa incompatibilidade de adaptação à natureza, a nossa inconformidade de se submeter a uma posição específica dentro da natureza em função de nossa capacidade de interferência no mundo por meio de ações conscientes. Para ele, pela práxis somos capazes de transformar a natureza em função de nossas necessidades e carências e reinventar as condições naturais inicialmente dadas e transmiti-las através de gerações. Os produtos resultantes dessa interferência sobre o mundo (as ideias e coisas) são chamados de cultura.

Essa visão carrega consigo a condição de que somente somos seres culturais em função da nossa fisiologia privilegiada – nosso equipamento biológico, previamente existente, dá condições ao homem de ter consciência de si, refletir sobre suas ações e de desenvolver um sistema articulado de comunicação para que a cultura seja transmitida. Contudo, apesar de dispormos desde o nascimento desse

aparato biológico, somente nos fazemos humanos dentro das relações sociais, de modo que somos produto da cultura a qual pertencemos.

A capacidade do homem de atuar no mundo está condicionada ao aprendizado compartilhado com o grupo social ao qual pertence; e este por sua vez, define padrões historicamente agregados cuja herança cultural é transmitida ou imposta. Assim, ao mesmo tempo em que somos produtores de cultura também somos produto dela “[...] pois ela é nosso ambiente e nela somos socialmente formados (com valores, crenças, regras, objetos, conhecimentos etc) e historicamente determinados (com as condições e concepções da época em que vivemos)” (Cortela, 2000, p.42)

Esse processo de transmissão e absorção do lastro cultural é chamado de enculturação e configura-se no indivíduo internalizar os padrões culturais aceitos no grupo e se conformar com os princípios fundamentais da cultura, como valores, formas de pensar, de agir e sentir próprios daquela cultura. Esse processo é dinâmico e, do ponto de vista do indivíduo, pode assumir configurações diferentes à medida que há um amadurecimento intelectual. Quando o indivíduo nasce, de forma acrítica e, portanto, inconsciente, inicia-se um processo de transmissão cultural por meio da imitação e da linguagem. À medida que o organismo amadurece intelectualmente, ele pode assumir uma postura de negação das imposições, o que inclusive pode contribuir no processo de mudança cultural.

A enculturação é um processo natural, legítimo, garante a manutenção da identidade do grupo e contribui significativamente para poupar esforços dos indivíduos em torno de coisas já resolvidas. Por outro lado, como a seleção e a transferência de conhecimentos culturalmente aceitos não ocorrem casualmente e estão condicionadas a um jogo de forças presentes no desenvolvimento da humanidade, o que é transferido ao indivíduo pode limitá-lo, impedindo-o que vislumbre outras possibilidades além das que são dadas.

As instituições sociais como a escola, a igreja, a justiça, entre outras, têm um papel importante nesse processo, pois são elas que garantem a ordem e o controle social. Para Berger (2011), a repetição frequente de ações moldadas culturalmente contribui para definir um padrão habitual que pode aliviar e pacificar psicologicamente o indivíduo, uma vez que garante que suas ações sejam

compartilhadas institucionalmente pelo grupo social do qual faz parte. Segundo palavras do próprio autor,

As instituições, também, pelo simples fato de existirem, controlam a conduta humana estabelecendo padrões previamente definidos de conduta, que a canalizam em uma direção por oposição às muitas outras direções que seriam teoricamente possíveis. (Berger, 2011, p. 77)

Entretanto, grande parte desses conhecimentos transmitidos estão carregados de componentes ideológicos e mecanismos de controle dos sistemas culturais que podem conformar, inconscientemente, nossos comportamentos (Cuche, 1999; Ullmann, 1991). Dessa forma, a transmissão dos conhecimentos culturais não é arbitrária, assim como a herança cultural não é obra do acaso. Então, pensar a cultura implica necessariamente considerá-la como construção humana, e, por assim ser, como destituída de neutralidade. Implica também a compreensão de sua origem, de seu caráter e o desvelamento de sua ética, num movimento que considera os indivíduos como criadores da cultura e definidores da história, que valorizam os traços típicos e os problemas pessoais dos membros de uma sociedade na definição das características grupais. Tudo isso indica que não podemos ficar limitados ao conteúdo cultural, temos de considerar as relações que são possíveis de serem estabelecidas a partir dos contextos apresentados.

Na década de 20, do século XX, na Alemanha, diante da necessidade de teorizar os movimentos operários europeus e fazer a análise crítica das mudanças estruturais na organização do sistema capitalista, um grupo de intelectuais, liderados por Max Horkheimer, criaram o Instituto de Pesquisa Social na Universidade de Frankfurt. Participaram, do que mais tarde seria chamada de Escola de Frankfurt, expoentes como Theodor W. Adorno (1906-1969), Hebert Marcuse (1898-1979), Jürgen Habermas (1929 - até os dias atuais) e Walter Benjamin(1892-1940).

Apesar das mudanças teóricas vivenciadas entre sua criação e os dias atuais, no que diz respeito à interpretação da teoria social, foco da escola, podem ser considerados como elo unificador desses teóricos o desvelamento das condições que permitem as mudanças sociais e a compreensão do processo de perda da liberdade estabelecida pelas opressivas instituições racionais, a serviço do capitalismo tardio. Somado a isso, Freitag (1986) acrescenta que possuíam grande afinidade de atuação conjunta, capacidade intelectual e crítica, assim como primazia

pela reflexão dialética e competência dialógica expressas no questionamento radical dos pressupostos de cada posição e teorização adotada pelo grupo.

Num primeiro momento, conduzida por Max Horkheimer (1895-1973), ainda fortemente influenciada pelo pensamento marxista, o interesse da escola voltou-se para a crítica da dimensão econômica da realidade capitalista monopolista e para a análise das condições históricas da humanidade, mais especificamente da Europa e da Alemanha, que saía de um período de guerra. O resgate da razão emancipatória kantiana passou a ser a utopia desse grupo, o qual acreditava que a humanidade, dentro da própria ordem estabelecida, poderia caminhar lentamente no sentido da promessa humanística do esclarecimento e da liberdade.

Contudo, os intelectuais frankfurtianos foram percebendo as limitações do pensamento de Marx para explicar, adequadamente, o turbulento e inesperado caminho da nova realidade social capitalista. Apesar de ainda reconhecerem o fator econômico como pano de fundo básico, eles se viram na necessidade de considerar outras dimensões na análise social que permitissem melhor compreensão da supressão e do desaparecimento das forças críticas nas transformações culturais da sociedade. Diante disso, foram beber em fontes como a sociologia antipositivista, a psicanálise, e a filosofia existencialista, fato que introduziu outras preocupações além das relacionadas à sociedade industrial, e assim, passaram a considerar a cultura, mais especificamente a proliferação da cultura de massas, questões relativas ao indivíduo na constituição do coletivo, o desenvolvimento da autoridade, o papel da família e questões relacionadas à psique humana. Em suma, empenharam-se no resgate do poder ativo e constitutivo do sujeito na compreensão histórica.

Nessa virada, também ocorreu certa desilusão com a razão kantiana. Na obra de 1947, intitulada “Dialética do Esclarecimento”, Horkheimer e Adorno denunciam o avanço da razão instrumental sobre a razão emancipatória nas sociedades capitalistas, nas quais a ciência e a técnica foram transformadas em instrumentos de repressão e de produção da dominação do homem pelo homem de forma que “o que se torna problemático é não apenas a atividade, mas o sentido da ciência” (Adorno e Horkheimer, 1985, p.11). Portanto, segundo a análise dos frankfurtianos, a ideia humanística nucleadora do Iluminismo, de domínio da natureza pelo homem sob a “*hedge*” da razão, foi asfixiada pelas relações de produção capitalista.

Ainda assim, na visão de Pucci (2003), em sua essência, os ideais iluministas da escola se conservam até os dias atuais por meio da crítica e pela ação de negação da realidade dada, na busca por uma sociedade emancipada e mais justa, em que a verdade, além dos fatos, possa denunciar os totalitarismos e a manipulação ideológica presentes na dinâmica social que se impõem. Dessa forma, a base dialética dos frankfurtianos assenta-se em questionar tudo que venha tirar a liberdade e a autonomia do homem, o poder de sua consciência.

Em especial na perspectiva adorniana, esse posicionamento crítico “não se baseia em uma idealização a ser realizada, mas se apoia na decifração crítica do presente já realizado e se realizando” (Maar, 2003). Levando em consideração as condições de produção material vigentes, Adorno denuncia a perda da liberdade nos processos de formação cultural que, diante das imposições ideológicas capitalistas, foram transformadas predominantemente em mercadorias.

O conhecimento cultural difundido passou a legitimar a dominação do homem pelo homem ao suprimir a necessidade da autodeterminação e de reflexão autônoma. Ele tem submetido os indivíduos a uma unidimensionalidade em que o imperativo é o consumo, extinguindo, assim, a liberdade que é o combustível para a criação e invenção de outros mundos possíveis, como bem nos chama a atenção Brandão (2002):

Assim a cultura que existe em princípio como anúncio da liberdade do homem sobre o mundo, na prática histórica de sua produção pode existir como contingência da perda da liberdade de homens concretos, no interior de mundos sociais determinados, sob o domínio de outros homens. (Brandão, 2002 p. 41)

Esse padrão universalizante tem sufocado o ideal emancipador e gerado a irresponsabilidade, uma vez que não há necessidade de se pensar por si, uma vez que tudo já foi pensado. Coloca-se nas mãos de outrem o próprio destino e o destino da sociedade da qual se é elemento constituinte, assujeitando-se simplesmente como mais um “objeto” e não agindo como sujeito ativo consciente do próprio processo e das condições sociais. A uniformidade de pensamento representa a sujeição do indivíduo à reprodução de uma forma social determinada, que, na visão de Adorno, está associada a um processo que ele denomina de semiformação.

A consciência individual tem um âmbito cada vez mais reduzido, cada vez mais profundamente deformado, e a possibilidade da

diferença vai ficando limitada a priori convertendo-se em mera nuance da uniformidade da oferta (Adorno, 1962 p.3)

Os elementos da formação cultural, integrada à lógica do capital, transformaram-se em mercadorias, em produtos com valor de troca. Massificaram-se, através da indústria cultural para preencher uma função específica na manutenção do *status quo*. Os produtos culturais da modernidade, na interpretação de Freitag (1896, p.73) “misturam os planos da realidade material com suas formas de representação e progressivamente anulam os mecanismos de reflexão e crítica para acionarem a percepção e os sentidos” fazendo com que os indivíduos esqueçam sua realidade alienada.

Para Adorno (2005), a adequação ao modelo cultural vigente, a unanimidade da aceitação resignada aos produtos da formação cultural capitalista “passou a ser a forma dominante da consciência atual” (Adorno 2005, p.2) e é isso que tem minado a energia libertária que nos tornou homens. Argumenta, portanto, que “a única possibilidade de sobrevivência que resta à cultura é a autorreflexão crítica sobre a semiformação, em que necessariamente se converteu” (Adorno 2005, p.18) sendo a porta de entrada para essa crítica, a compreensão da dinâmica do processo de produção e reprodução da ordem social presente, crítica esta que deve se fundar sobre a ação de negação do estabelecido, a desconfiança da aparência, a reflexão racional, a tomada de consciência de si e dos processos aos quais se submete, ou seja, do desejo de emancipação. Nesse sentido, a negação tem um papel basilar no pensamento de Adorno, como chama atenção Safatle (2009):

a atividade de negação deve aparecer como o fermento da verdade da cultura e do esclarecimento, como se a atividade de negação fosse, de maneira essencial, a verdadeira manifestação de um conceito crítico de razão (Safatle, 2009 p. 22)

Por fundamentar-se na tomada de consciência da realidade, a crítica adorniana também exige novos critérios e uma nova postura de intervenção. Há uma mudança do foco que se traduz na valorização dos aspectos internos da própria trama social, que, em geral, são desprezados nas teorias tradicionais. Assim, amplia-se a crítica aos padrões positivistas que conduzem a investigação. Como consequência, nega-se também a exclusividade dos critérios normativos de racionalização social aplicados nas análises particulares da cultura, uma vez que “um método tem que orientar-se desde o primeiro momento pelo concreto, sem deixar de se apoiar e hipotetizar os inevitáveis conceitos gerais” (Adorno, 1962 p.

21). Nesse sentido, Adorno apresenta dois modelos complementares de negação, a crítica transcendente e a crítica imanente, reconhecendo, contudo, a supremacia dialética da última em relação à primeira.

A crítica transcendente adota o ponto de vista externo ao fenômeno, situando-se numa posição exterior à trama cultural operando como se o seu representante fosse de uma natureza intacta e de um superior estágio histórico atuando num “ponto arquimédico do qual a consciência consegue pôr em movimento a totalidade” (Adorno, 1962 p.11). Ela é determinada e limitada pelos métodos e conceitos e, dessa forma, não pode se deter em nuances subjetivas, particularidades ou singularidades, as quais não são importantes dentro da lógica dos conceitos que direcionam sua análise, precisando retroceder para resguardar seus compromissos com as normas.

Esse tipo de crítica é guiada exclusivamente a partir das pressões normativas dos conceitos produzidos pela cultura ocidental. Ela carece da experiência do fato analisado e da integração de novos elementos de caráter humano na análise cultural. Isso conduz a uma concepção de indivíduo idealizado, como um ser puro e não contaminado por posições ideológicas ou que não apresenta significativos padrões subjetivos que impactem na configuração total da cultura. Então, ao se depararem com situações inusitadas que envolvem determinados estágios de consciência humana, de ordem espiritual, por exemplo, caem na “...tentação de esquecer o indizível, em vez de tentar, com toda a impotência que se queira, que se proteja o homem desse indizível” (Adorno 1962, p.1 , tradução do autor).

Se por um lado a crítica transcendente está preocupada com o que se mostra manifesto diante de suas normas conceituais, o proceder imanente está interessado em investigar o que se mostra latente dentro da própria trama da vida social, ou seja, interessa-se em explorar cuidadosamente os variados planos que formam e transformam a realidade, expressos nas condições e no sentido dos processos culturais. Adorno atribui o seguinte significado para a crítica imanente:

A crítica imanente de formação espiritual significa compreensão, mediante a análise de sua configuração e do seu sentido, da contradição existente entre a ideia objetiva da formação cultural e aquela pretensão, e consiste em dar nome àquilo que expressa a consciência e inconsciência das formações espirituais da constituição e disposição da existência (Adorno, 1962 p.12, tradução do autor)

Portanto, o viés imanente busca dentro do próprio fenômeno o afloramento do que precisa ser compreendido, desvelando os antagonismos existentes entre a coisa em si e as pretensões de sua conceituação, “deve ser a exploração da forma e do sentido da contradição encontrada entre a coisa e seu próprio conceito” (Safatle, 2009). Ainda na interpretação de Safatle (2009), o olhar imanente vai muito além do próprio conteúdo da cultura, volta-se para as tendências do movimento da realidade, para as relações entre o próprio sujeito e a totalidade, testando as verdades dadas e as incoerências na formação do pensamento, desvelando, assim, os laços que prendem o espírito na busca por sua superação.

Em síntese, a crítica imanente é uma imersão na realidade social, livre das amarras normativas, considerando elementos da subjetividade, visando a compreender as pretensões dos fatos e as relações de poder presentes na cultura. É compreender a causa em todos seus planos e os condicionantes que a regula.

A tabela a seguir busca sintetizar as principais características da crítica transcendente e da crítica imanente.

Crítica transcendente	Crítica imanente
Procura um ponto de vista para além do fenômeno criticado – fora da própria trama da vida social.	Interpretação do sentido da cultura objetiva por meio da análise de sua configuração e seu significado.
Volta-se às condições sociais de produção e reprodução da cultura.	Preocupa-se com as relações de poder da cultura e as condições e processos através dos quais se realizam.
Recupera o potencial normativo dos conceitos (lógica cultural autônoma).	Explora a forma e o sentido da contradição entre conceitos (negação da possibilidade de a cultura fazer sentido).
Desconsidera as particularidades e a subjetividade.	Considera o saber da inserção do espírito na cultura e para a cultura (considera o sujeito e a subjetividade).
Pode levar a imagens pré-concebidas da análise cultural (estereotipação da cultura).	Considera todos os planos das relações sociais concretas.
Oculto o papel da ideologia nos conflitos sociais.	Evidencia a complexidade entre ação social e ideologia (produção, significados, como se traduz na prática).

Quadro 1 – Características da crítica imanente e da crítica transcendente

Entendemos que a associação da crítica imanente com a transcendente permite-nos uma compreensão mais criteriosa das condições e dos planos que constituem a trama social e, como consequência, melhor entendimento dos fatores decisivos na manutenção ou rupturas do culturalmente constituído.

1.2 – CONSERVAÇÃO E RUPTURAS DAS ESTRUTURAS SOCIAIS

Como podemos perceber, o olhar sobre a cultura na perspectiva crítica ultrapassa os limites normativos da teoria tradicional, que, tolhida pelos limites de

seus conceitos e pré-conceitos, coloca-se numa posição em que as partes imanentes da dinâmica dos processos sociais não são vistas ou não expressam relações significativas para as normas que as conduzem, fato este que torna suas investigações limitadas à descrição das condições sociais, da produção e reprodução dos conteúdos, dos símbolos e da linguagem relacionados à formação do espírito.

O posicionamento crítico, imanente, pelo contrário, está interessado nas relações dentro da própria cultura, visando a decifrar a lógica de operação dessas relações. Interessa à crítica imanente a lógica de transmissão, imposições e trocas dos conteúdos culturais; o significado lógico dos símbolos nas relações entre pessoas nas relações de poder, nas relações entre pessoas e bens; o jogo comunicativo nos processos de relação social. Enfim, foca todas as dimensões que se mostrem potencialmente significativas na compreensão das relações e trocas que ocorrem entre indivíduo e cultura, cultura e indivíduos e entre indivíduos e indivíduos, levando em consideração o impacto dessas relações na conservação ou transformações da sociedade. Evidenciando, ainda, a contraposição entre as duas formas de investigar a cultura, Horkheimer afirma:

Atualmente, a cultura é investigada, em sentido descritivo, do lado espiritual-histórico e do lado cultural-morfológico. Aí ela é encarada essencialmente como uma unidade independente e superior frente aos indivíduos. Em contraste com isso, compreendê-la como estrutura dinâmica, ou seja, como esfera dependente e ao mesmo tempo especial em todo o processo social, não corresponde a nenhum posicionamento contemplativo perante a história. (Horkheimer, 2008, p. 184-185)

Além disso, Horkheimer acrescenta que, na perspectiva crítica, caracterizar os estágios evolutivos de um grupo social não pode se restringir a investigar as influências do modo de produção e das necessidades econômicas sobre os indivíduos, nem tampouco às diferenças observadas em suas instituições e obras. Elementos da subjetividade e da intersubjetividade, marcas características de cada cultura, devem ser considerados, uma vez que são eles que fomentam a continuidade ou a reação ao novo “não pode haver uma “superestimação” dos processos psíquicos por oposição à realidade, quando o pensamento e a realidade não estão radicalmente separados.” (Adorno & Horkheimer, 1985 p. 22)

No contexto das mudanças, Horkheimer (2008) afirma que as condições psíquicas dos homens, expressas no caráter típico de seus membros, no jeito bem

particular de os indivíduos se situarem diante das situações colocadas, têm um papel importante no entendimento das modificações assumidas por um determinado regime social, uma vez que “os grupos sempre agem com base no caráter típico de seus membros, que se formou em conexão tanto com a evolução social anterior quanto com a atual.” (Horkheimer 2008, p.180)

É certo que os processos econômicos condicionam as transformações de uma sociedade. As relações do homem com a natureza, e suas formas de produção, em última instância, direcionam os processos sociais, como foi evidenciado na primeira parte deste capítulo, no entanto, é necessário também conhecer que as especificidades da prática de vida dos homens são marcas que distinguem nas diversas culturas. As formas específicas de atuação e as relações entre as diversas camadas sociais dentro de uma mesma cultura expressos nos hábitos, costumes, religião, entre outros, constituem fatores dinâmicos que, na visão de Horkheimer, permitem a conservação ou ruptura de uma determinada estrutura. Portanto,

Para compreender o problema por que uma sociedade funciona de uma maneira determinada, por que ela é estável ou se degrada, torna-se necessário, portanto, conhecer a respectiva constituição psíquica dos homens nos diversos grupos sociais, saber como seu caráter se formou em conexão com todas as forças culturais da época. (Horkheimer, 2008, p. 180, grifo nosso)

A constituição psíquica envolve um contraditório jogo entre as forças coercivas ou forças conservativas e as forças impulsionadoras das mudanças. As forças coercivas representam poder estatal, as relações de classe, as relações de trabalho ou as instituições culturais, são condições externas interiorizadas na estrutura psíquica dos indivíduos no decorrer da evolução dos processos sociais. Já as segundas são forças específicas, traços humanos característicos que, ao mesmo tempo em que estão condicionadas às primeiras, conservando-as, reagem a elas modificando suas consequências sobre uma comunidade específica. Estão ligadas à identidade local do grupo, aos traços do caráter que indicam suas formas bem específicas de pensar e agir sobre o mundo, influências passadas e presentes, que atuam sobre os indivíduos de instituições como: a igreja, a escola, a família, as formas de governo etc.

Esses elementos, dentro da perspectiva tradicional, são banalizados em nome da racionalidade técnica. Ao encarar a cultura como algo independente dos indivíduos, desconsideram-se as potencialidade individuais de intervenção em sua

cultura, há um desencorajamento que abre portas para o conformismo. Fazendo coro à crítica de Horkheimer, Adorno (1962, p.23) afirma que nas ações irracionais, as quais, a priori, não são focadas ou são desprezadas pela transcendência analítica da cultura, residem muitas explicações que poderiam indicar o sentido e as tendências de um determinado grupo; em suas palavras

o sociólogo não nos ensina com mais detalhe que é o irracional que cria valores culturais mediante seu cultivo e sublimação, produtos que são por definição produtos de cultura ou cultivo, e que “intensificam” a alegria da vida, a qual sem dúvidas é irracional (Adorno 1962, p. 23).

Essas condições psíquicas nos ajudam a entender a resistência às mudanças sociais, pois a intensidade da aceitação ou recusa do novo tem uma relação direta com o modo de reação de determinadas comunidades. O medo envolvido em abandonar a tradição, questões de fé ou culto ao passado, está entre essas condições. Além disso, considerando que a transição para uma nova estrutura exige mobilizações racionais que se traduzem num grande esforço psíquico, muitos indivíduos optam por ficar na zona de conforto, pois fazer o que habitualmente é feito, dá tranquilidade psicológica.

Na obra Dialética do Esclarecimento, Adorno e Horkheimer (1985) também se referem a determinadas condições observadas nos comportamentos humanos que podem impactar nas tendências do coletivo, e que precisam ser considerados nas análises culturais. A atitude das pessoas que, obedecendo a “esquemas arcaicos da autoconservação”, se empenham em tornar-se, a todo custo, iguais ao seu meio social, configura-se como condição psicológica denominada “comportamentos miméticos”.

No âmbito das microestruturas sociais, outra característica subjetiva marcante dos grupos sociais, principalmente no contexto da escola, e que focaremos neste trabalho, é a inclinação para a transferência de responsabilidades que se traduz em outrem fazer o que deveria ser feito pelo indivíduo ou pela coletividade. Sabemos que isso tem relação com a perda da liberdade; todavia, precisamos investigar quais fatores induzem os professores a recusarem o papel do “eu” na construção do coletivo.

As questões levantadas neste capítulo dão base para o entendimento mais sólido das relações que se estabelecem na ação profissional do professor sobre dois

aspectos levantados inicialmente: os impactos das forças coercivas e as heranças culturais do ensino. O que foi debatido neste capítulo pode lançar luz sob a compreensão da tendência observada, principalmente entre os professores, em se apoiarem nas formas tradicionais de ensino e em assumirem posturas conformistas diante do que está dado. Isso deve ser feito reconhecendo que esse perfil faz parte do que podemos chamar de cultura escolar e foi se consolidando ao longo de um intrigante e complexo processo de relações envolvendo valores, hábitos, poder econômico, lutas sociais etc. Portanto, nos processos formativos desses sujeitos é fundamental o reconhecimento das condições em que estão submersos, o entendimento dos fatores condicionantes e o desnudar dos possíveis caminhos a serem seguidos, o que passa necessariamente por uma postura crítica no seu sentido mais forte e pela ação coletiva dos envolvidos.

CAPÍTULO 2 – A SOCIEDADE, A CIÊNCIA, A TÉCNICA E OS PROCESSOS FORMATIVOS

A vida moderna tem sido caracterizada pela marcante participação da ciência e da tecnologia (C&T) em todos os ramos das atividades humanas, beneficiando-se ou sofrendo consequências do progresso científico-tecnológico. O impacto e a difusão desse empreendimento humano têm reivindicado dos indivíduos conhecimentos para participações mais efetivas e articuladas nas demandas da modernidade, dada a crescente utilização de nomenclaturas e conceitos científicos na linguagem cotidiana e também no mundo do trabalho (Menezes, 2005). Além disso, a complexidade dos problemas atuais tem exigido cada vez mais a intervenção da ciência e da técnica como balizadores das ações a serem adotadas e possíveis soluções.

Em última instância, tanto a ciência quanto a técnica estão comprometidas com o desenvolvimento de soluções dos problemas da humanidade, sejam eles teóricos ou práticos. Freire-Maia (1997) traça uma distinção entre ciência e tecnologia atribuindo à primeira uma preocupação em resolver problemas de conhecimento, sem, contudo, excluir as possíveis aplicações desses conhecimentos na prática. A segunda, por sua vez, é mobilizada de início e durante todo o processo pela busca de aplicações do conhecimento. A ciência apresenta-se mais próxima de uma atividade intelectual comprometida com a abstração, com os pensamentos especulativos, com ideias filosóficas e estéticas ao passo que a tecnologia, mais comprometida com soluções práticas para o dia a dia, é alavancada por problemas, em grande parte, ligados à produção de bens materiais.

Numa passagem pela história do desenvolvimento científico e tecnológico, podemos observar a evidência de que os objetos e objetivos que originaram esses dois empreendimentos têm origens distintas, sendo que a relação entre as duas nem sempre foi tão clara. No passado, a produção de artefatos para facilitar a vida era atribuída aos inventores, ou melhor, aos práticos que, muitas vezes, não dominavam os conhecimentos científicos. Hoje, nos grandes centros de pesquisas mundiais, geralmente em países desenvolvidos, os conhecimentos produzidos pela ciência estão fortemente ligados aos conhecimentos tecnológicos, numa relação

indissociável entre a produção intelectual e a produção material, o que podemos chamar de “tecnociência” (Delizoicov; Angotti & Pernambuco, 2007). Em geral esses centros são compostos por equipes multidisciplinares de cientistas, engenheiros e projetistas que correm para reduzir o tempo entre uma nova descoberta científica e suas aplicações tecnológicas. Essa exigência é induzida pelo avanço do capitalismo pós-moderno que integrou o consumo à lógica social e transformou em mercadorias todos os avanços tecnocientíficos.

Se por um lado não podemos deixar de reconhecer e entender os benefícios proporcionados pela ciência e pela técnica, por outro não podemos perder de vista que, juntas, passaram a fazer parte de um jogo com componentes ideológicos, uma vez que suas racionalidades têm prevalecido, impondo-se sobre as outras formas de pensamento e de ser, inclusive eclipsando-as (Marcuse, 1973). Apoiada na ideia de neutralidade, a voz da ciência é apresentada como a portadora da verdade, acima da ética, da moral e dos costumes, e isso tem norteado os rumos da humanidade. Então, urge uma melhor compreensão dessa dinâmica e sua difusão na cultura atual, tendo, a escola, um preponderante papel nisso.

Apesar da difícil distinção do modo de produção e dos impactos desses dois empreendimentos humanos na modernidade, do ponto de vista educativo, há que se fazer uma reflexão sobre eles e seus impactos na sociedade. Assim, nos interessa um aprofundamento na ciência como um empreendimento humano que faz parte da cultura humana.

2.1 – A CULTURA CIENTÍFICA E A EDUCAÇÃO

A ciência, como parte da grande teia cultural, tem se mostrado como um dos constructos humanos mais bem-sucedidos, tendo se tornado condição imprescindível na condição humana moderna. Contudo, apesar da impressionante e crescente repercussão da cultura científica em nossas vidas, tem sido insuficiente o acesso da população em geral às formas de compreensão desse empreendimento. Nas condições culturais dadas, ter acesso ao conhecimento científico e tecnológico passou a ser um direito e uma necessidade para uma participação ativa, reflexiva e qualificada nas problemáticas da atualidade. É instrumento indispensável para o exercício pleno da cidadania e para uma inserção mais consciente na sociedade, sem falar no seu potencial pragmático para o mundo do trabalho (Menezes 2005).

A compreensão da ciência, em especial da Física, não tem se mostrado uma tarefa fácil, uma vez que ela se funda numa diversidade de métodos e procedimentos e num instrumental matemático de difícil entendimento. Esses padrões característicos nos conduzem à noção de subcultura da ciência dentro da cultura geral. Para Cobern & Aikenhead (1997), falar de uma subcultura da ciência faz sentido, pois as interações sociais entre os cientistas ocorrem segundo um sistema de significados e símbolos bem definidos e delimitados. Trata-se de fato de uma cultura específica da ciência, ou melhor, uma cultura científica, não no sentido de ser algo menor, mas no sentido de apresentar formas específicas de funcionar que a distingue das outras atividades humanas. Assim sendo, do ponto de vista do ensino, Cobern & Aikenhead (1997) defendem que o aprendizado da ciência deva se dar dentro de uma visão antropológica que considere o contexto macrocultural em que o aluno já está inserido, permitindo a construção de significados entre a subcultura científica e a cultura geral.

Desde o início da década passada, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2002 a) chamam a atenção para esse aspecto ao afirmar que o ensino de Física no Ensino Médio deve fornecer condições para que o estudante possa compreender os aspectos internos da ciência, o que permite interpretar fatos, fenômenos e processos naturais e, além disso, possibilitar a compreensão do conjunto de aparatos e procedimentos tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. Enfim, defende um ensino da Física incorporado ao contexto da cultura humana da qual o aluno faz parte.

No Brasil, a tarefa de transmissão dos conhecimentos científicos, quase que em sua totalidade, é assumida pela educação formal, representada pela escola, pois é a esse ambiente que a grande maioria da população tem acesso. Mas engessada numa tradição espacial, metodológica, livresca e curricular, a educação escolar tem sido impedida de focalizar as principais realizações científicas e tecnológicas da atualidade e de debater os problemas que afligem a sociedade.

No caso da Física, há uma supervalorização dos conteúdos tradicionais e das manipulações matemáticas que, descontextualizados e dogmatizados, têm gerado o estranhamento e o afastado dos alunos, que, impossibilitados de compreender, acabam por aceitar todos os tipos de manipulação rotuladas de científicas, as quais são reforçadas pela ideia de ciência como verdade absoluta, não ideológica,

construída linearmente, sem erros e comprovada a partir de uma base empírica. Dessa forma, ficam relegados a um plano secundário os elementos que ajudam a compreender a construção e a consolidação desses produtos na cultura geral.

Então, compreender a ciência como resultado da trajetória humana, como cultura, vai além do debruçar-se sobre os conteúdos específicos focados pela tradição. Envolve a compreensão das especificidades operativas da ciência, os valores que a regem, seus compromissos ideológicos e suas marcas sobre a sociedade. Os processos educativos que objetivam a difusão da ciência em sua totalidade apresentam-se na literatura com diferentes nomenclaturas, Cultura científica (Durant 2005; Vogt 2005), Letramento científico (Santos 2007), Enculturação científica (Carvalho 2007), entretanto, todos congregam da ideia de que os indivíduos, que vivem numa sociedade complexa, necessitam ter acesso ao conteúdo cultural da ciência.

Neste trabalho, compartilhamos com Vogt (2005) e Carvalho (2005) a expressão “Cultura Científica” por sua amplitude de significados. Para o primeiro:

A expressão cultura científica tem a vantagem de englobar tudo isso e conter, ainda, em seu campo de significações, a ideia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais de seu tempo e de sua história. (Vogt 2005, p. 9)

Carvalho (2005), por sua vez, apresenta uma visão mais descritiva do que vem a ser a cultura científica:

Cultura científica diz respeito àquilo que está implicado nas ciências, aquilo que as faz existir, que as mantém vivas através de gerações, que as renova. Cientistas, técnicos, pessoas, processos, técnicas, métodos, contextos, produtos, trocas, regras, crenças, autoridade, terminologias, critérios, valorização, reconhecimento, criatividade, rupturas, história, egoísmo, falta de ética, política, submissão, interesse, ética, autonomia, liberdade, visões de mundo, restrições, desinteresse, comunicação, linguagem, entre outros tantos, são aspectos dessa cultura. (Carvalho 2005, p. 33)

Assim, dentro da perspectiva cultural, interessa, na transmissão da cultura científica, ir além do conteúdo da ciência. Colocar o ensino na perspectiva da cultura requer fornecer subsídios para reflexões sobre esse empreendimento, o que envolve

considerar sua lógica de funcionamento, o contexto de sua produção, as características de seus processos, a imagem pública da ciência, sua ética, as relações com a tecnologia, sua evolução histórica, suas relações com outros conhecimentos, e principalmente suas implicações sociais.

Essa ideia é reforçada em Zanetic (1989) ao chamar a atenção para a dimensão cultural da ciência, em especial da Física. Nele, considera-se necessária a integração dos aspectos internalistas da ciência (construção dos conceitos, teorias, formalismo) e externalistas (exploram os condicionantes sociais, econômicos, religiosos e culturais sobre a ciência) de modo a evidenciar a Física como produto da vida social e que, portanto, traz consigo as marcas da cultura da época, da qual é parte integrante, influenciando e sendo influenciada por outros ramos do conhecimento. Daí o papel formativo que ele atribui à literatura, à música e às outras formas de expressão artística na compreensão do desenvolvimento da ciência.

Então, a compreensão da ciência como cultura exige uma articulação da natureza e dos próprios conceitos científicos, expressos nos processos internos de sua construção, com uma visão da natureza da ciência, expressos nos conhecimentos sobre a ciência, tudo isso dentro de suas relações com o pano de fundo do contexto social, econômico e cultural, sobre as quais a ciência e sua parceira, a tecnologia, se desenvolvem. Consideramos que a Natureza dos Conceitos é uma dimensão internalista voltada para a racionalidade inerente à construção da ciência, à lógica interna de significação dos conceitos e engloba, portanto, aspectos conceituais, tais quais o formalismo matemático, as fenomenologias e metodologias. Já a Natureza da Ciência é uma dimensão interpretativa, e que contempla a dinâmica de como o conhecimento foi e é historicamente construído, as concepções de ciências presentes em cada momento e seus fundamentos lógicos. Integra, dessa forma, as dimensões histórica, filosófica, epistemológica e sociológica, ou seja, são os conhecimentos sobre a ciência (Matthews, 1994).

Portanto, os processos de transmissão da cultura científica não se estabelecem somente nos conteúdos da ciência, mas procuram evidenciar os conhecimentos sobre a ciência e suas relações dentro da teia cultural da qual é parte integrante. A figura abaixo mostra a relação entre as dimensões constitutivas da cultura científica escolar.

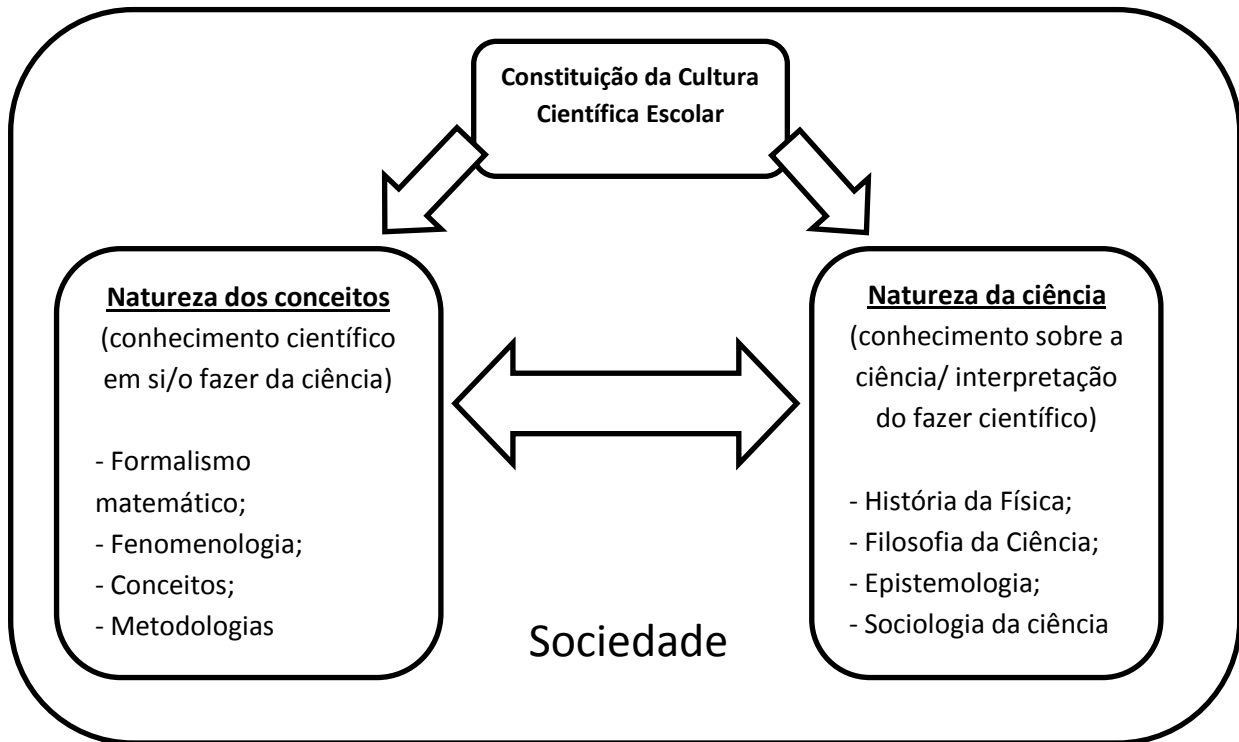


Figura 3 – As dimensões constitutivas da cultura científica escolar

Do ponto de vista das práticas pedagógicas, algumas considerações passam a ser relevantes ao considerar as duas dimensões. Em função do caráter interpretativo dos aspectos referentes à natureza da ciência, suas abordagens no ensino requer do professor, segundo Carvalho (2007), a habilidade de saber provocar a argumentação em sala de aula e possibilitar que o aluno se expresse gradativamente de maneira a preservar os significados científicos. Por outro lado, requer também a habilidade de introduzir os alunos nas linguagens da matemática, ao abordar a dimensão natureza dos conceitos. Cabe ainda considerar:

- Nenhuma das dimensões devem ser supervalorizadas, devendo ser articuladas dinamicamente de modo a evidenciar o caráter cultural da ciência;
- A construção das abstrações racionais deve continuar essencialmente válida, mas mobilizada por questões e contextos que deem razões de sua existência;
- A necessidade do processo de ensino/aprendizado se dá diante da contraposição de raciocínios e não só de dados;
- Relativizar o peso atribuído aos currículos abarrotados, livros didáticos e métodos pedagógicos que direcionam a uma visão cultural limitada aos resultados da ciência, e reconhecer as limitações em cumpri-los integralmente.

Dado a falta de significado do conhecimento científicos que presenciamos em nossas escolas, cujo foco está da natureza dos conceitos, há que se considerar a abordagem de aspectos da natureza da ciência, uma vez que ajuda o estudante a compreender os triunfos intelectuais e materiais da ciência e, ao mesmo tempo, conhecer suas limitações e desmitificar sua aura de sacralidade (Adúriz-Bravo, 2005). Além do que, a inclusão dessa dimensão pode representar um ganho no entendimento dos conteúdos tradicionais pelos estudantes (Irwin, 2000). Então devemos intensificar ações que permitam o entendimento da natureza da ciência pelo professor, assim como os aspectos pedagógicos relacionados.

2.2 – A DIMENSÃO IDEOLÓGICA DA CULTURA CIENTÍFICA E O AFASTAMENTO DAS QUESTÕES HUMANAS

O processo histórico de desenvolvimento da humanidade sempre esteve marcado pelas demandas que buscam soluções para o melhor domínio da natureza e da vida em sociedade. Muitas dessas soluções, que não se restringem exclusivamente à dimensão material da cultura, foram resultado das experiências vivenciadas por nossos antecessores e transmitidas às gerações seguintes, assim aconteceu com os conhecimentos religiosos, econômicos, sociais, científicos e técnicos.

São marcantes, nesse processo, os impactos proporcionados pelos avanços da técnica, que, num primeiro momento, estavam praticamente desvinculados dos conhecimentos científicos e representavam a materialização de dispositivos propostos pelos inventores. A ciência, até meados do século XIX, ainda fortemente influenciada por questões filosóficas e pela busca por razões das coisas, não tinha muito interesse pelas aplicações técnicas. Para Snow (1995), esse fato fez como que boa parte do processo de revolução industrial, até então, fosse impulsionado pelos avanços dos conhecimentos práticos sobre máquinas, dispositivos e processos. Segundo o autor, uma nova realidade se instala quando a ciência é aplicada efetivamente à indústria, ou seja, quando a ciência pura se aproxima da ciência aplicada. Como resultado, além do aprimoramento dos processos produtivos, houve grandes avanços na indústria química e de energia, além de um assustador progresso na indústria eletrônica que impactou os diversos ramos das atividades humanas.

É inegável que, em parte, os produtos desse processo garantiram melhores condições de intervenção e compreensão da natureza, otimizando o trabalho e possibilitando a ampliação desses benefícios ao maior número de membros da sociedade, o que se pode observar mais nitidamente nos países desenvolvidos, os quais dominam esse processo de articulação entre a ciência e a técnica. Aos recantos subdesenvolvidos e em desenvolvimento do globo, engrenagem desse grande sistema e que, nas devidas proporções, também gozam desses avanços, restaram as tarefas de reproduzir, executar e consumir os produtos desse processo, já que a parte nobre de pesquisa, projetos e planejamentos ficam restritos às matrizes que, em geral, estão nos países desenvolvidos. Dessa forma, fica mantido o estado de dominação por parte de quem tem domínio do saber, que agora está associado ao poder.

Entretanto, a consequência mais dramática desse processo, ao que Adorno e Horkheimer chamam a nossa atenção, é o aprisionamento da ciência, transformando-a em instrumento a favor da ideologia de mercado. Diante disso, houve uma grande desilusão dos frankfurtianos, pois tal concepção é oposta aos ideais emancipatórios baseados na razão e no saber para a liberdade dos homens, contida na concepção Kantiana, base dos ideais iluministas. A ciência, como instrumento da razão crítica para superação dos mitos, do agir por interesse, da superação do entendimento parcial das coisas, da realização da promessa humanística iluminista, que nos conduziu à modernidade, sucumbiu às forças produtivas diante do sistema capitalista, e isso, na análise de Freitag (1986), impôs uma racionalidade totalizante que assimilou os indivíduos ao positivismo estabelecido, deturpando suas consciências, de forma que "...se incorporaram hoje na totalidade do sistema, sem condições de uma autodeterminação, sem participação na elaboração do futuro da humanidade, sem possibilidade de resistência crítica." (Freitag 1986, p.21)

Isso se reflete na dinâmica de nossa organização cultural atual que, dirigida sobre as rédeas do consumo, impõem-se sobre as outras formas de conhecimentos culturalmente construídos, como os valores, religião ou conhecimentos tradicionais. Isso tem se caracterizado como uma variante do processo de aculturação, em que um padrão de pensamento se sobressai como verdade primeira nos caminhos a serem seguidos pela sociedade. Com a ciência e a tecnologia como aliadas, os conhecimentos foram transformados em bens materiais consumíveis e,

apresentando vantagens evidentes e imediatas para o modo de vida consumista, a aceitação foi imediata, ou seja, os homens foram aprisionados ao reino das necessidades. (Freitag, 1986)

O que torna problemático não é somente o conteúdo e a atividade científica em si, mas o sentido e a função da ciência, os valores que a dirigem que se manifestam de forma repressiva, na forma de uma razão alienada que impede a emancipação do homem – “o que é cientificamente aprovado não requer questionamentos”. Dessa forma, a ciência e a técnica vêm para legitimar a dominação, manter o *status quo*, passam a fazer parte das forças externas que mantêm o homem em sua “menoridade”⁵, transformaram-se em instrumentos de um projeto de mundo em que, no pensamento de Hebert Marcuse (1898-1979), a dominação da natureza se vincula à dominação do homem “[...] elas agora não mais funcionam como fundamento da crítica das legitimações em vigor para os fins de um iluminismo político, mas, em vez disso, converteram-se elas próprias no fundamento de legitimação.” (Marcuse 1973, p.160)

Ainda segundo Marcuse (1973), dentro da sociedade de mercado, a contraposição baseada na crítica e na negação tem sido estigmatizada como pura especulação e fantasia, de modo que o progresso depende de uma orientação filosófica positiva, com exatidão científica, associadas à ação para evidenciar os fatos como orientadores do saber; é o que ele chama, por assim dizer, de sociedade unidimensional. Nesse sentido, a condição humana fica necessariamente submetida aos parâmetros quantificáveis da ciência e à posição dos *experts*.

O crescente processo de “matematização” do mundo físico também tem o objetivo de expressar a neutralidade da ciência e, conseqüentemente, minimizar ou excluir as questões de valores (Marcuse 1973). Do ponto de vista do mundo real, é evidente a supremacia dos dados quantitativos nas análises dos problemas, e devemos reconhecer que eles realmente facilitam comparações das possibilidades envolvidas, entretanto, sozinhos, são incapazes de expor a totalidade dos fatores impactantes na realidade. Em geral, o posicionamento de neutralidade do argumento científico se apoia em apenas um tipo de racionalidade, a técnico-quantitativa, de

⁵ Essa é uma expressão utilizada por Kant na fundamentação da razão iluminista na qual o homem deve seguir sua própria razão, sua própria maneira de agir e se autodeterminar, sem a interferência de tradições, opiniões ou crenças de outros. Esse seria um processo de “saída do homem da menoridade”, da tomada de consciência de si e de sua capacidade de autodirigir, é o pensar por si mesmo.

forma que questões sociais, de valores e éticas são excluídas e, como consequência, o diálogo e a controvérsia não se instalam.

Um aspecto que vale ressaltar e que tem contribuído para reforçar o distanciamento da ciência e da técnica das questões humanas é a falta de comunicação entre cientistas naturais e os intelectuais da área de humanidades. Snow (1995) lamenta a perda intelectual que isso representa ao reforçar a supremacia da ciência em governar e conduzir o mundo ocidental, fato que tem minimizado a cultura e os conhecimentos tradicionais.

Preocupado com as consequências dessa separação nos processos formativos, Carvalho (2005) defende a necessidade de um debate mais aprofundado desses dois polos culturais, quais sejam, o científico que “...tende a olhar para a ciência pelo ponto de vista do seu funcionamento, da sua manutenção e do seu entendimento sobre progresso científico, e a cultura humanística, que tende a ressaltar os problemas decorrentes dos impactos das ciências e da tecnologia na grande sociedade” (Carvalho 2005, p. 28). Isso, de alguma forma, pode contribuir para que os futuros profissionais possam compreender e refletir sobre a denúncia de Horkheimer da ciência ser incapaz de “... compreender na sua vivência real a relação abrangente de que depende sua própria existência e a direção de seu trabalho, isto é a sociedade”. (Horkheimer 2008, p.11)

Essas questões aqui colocadas se configuram como fundamentais a serem discutidas na formação científica nos vários níveis. Não podemos abrir mão da especialização dos conteúdos científicos, se quisermos compreender a cultura científica, mas estacionar nelas não abre espaço para questões humanas como a ética, os valores sociais, culturais e para a subjetividade, o que torna nosso ensino acrítico e, por assim ser, reforça o processo de dominação ideológica em curso.

2.3 – O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E ALGUMAS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

Considerando que a falta de significado da Física ensinada tem relação com o excessivo foco nos aspectos da natureza dos conceitos sem as devidas considerações das justificativas apresentadas pela dimensão natureza da ciência, pretendemos discutir aqui como isso também guarda relação com deficiente

concepção dos professores sobre a relação empirismo-racionalismo na construção do conhecimento científico. Para melhor compreensão desse processo, tomaremos como referência principal o pensamento epistemológico de Gaston Bachelard (1884-1962).

De origem francesa, Bachelard nasceu em 1884 na região de Champagne, e suas ideias expressarem sua preocupação com as implicações do caráter inovador do espírito científico contemporâneo e com os avanços das novas ciências sobre a forma de pensar. Seu pensamento apresenta ressonâncias nos processos de ensino/aprendizagem de ciências e podem contribuir para a compreensão dos processos pedagógicos relacionados ao ensino das ciências.

A epistemologia histórico-crítica de Bachelard, segundo Lopes (1996), não objetiva dizer ao cientista como ele deve proceder em seu trabalho, mas sim ressaltar a importância do debruçar-se sobre a história da ciência para que se efetue uma reflexão crítica sobre a produção dos conceitos e as transformações radicais que sofre a razão humana dentro desse processo.

Influenciado pelas rupturas na forma de pensar advindos da Física Quântica e da Relatividade no início do século XX, Bachelard defende que o espírito científico está assentado, simultaneamente, na dualidade racionalismo-empirismo, uma vez que a prova científica se afirma tanto na experiência como no raciocínio. Para ele, o pensamento constrói a realidade que, dialeticamente, constrói o pensamento; não há nem um racionalismo nem um empirismo absoluto. Diz Bachelard em sua obra “A filosofia do não”:

[...]O empirismo e o racionalismo estão ligados, no pensamento científico, por um estranho laço, tão forte como o que une o prazer à dor [...] Um empirismo sem leis claras, sem leis coordenadas, sem leis dedutivas não pode ser pensado nem ensinado; um racionalismo sem provas palpáveis, sem aplicação à realidade imediata não pode convencer plenamente. (Bachelard 1978, p. 4)

Contudo, esse processo tem um sentido preferencial, o sentido do vetor epistemológico, que “vai seguramente do racional ao real e não contrário...” (Bachelard 1978, p. 92) de forma que o concreto é corretamente analisado pelo abstrato. Desse modo, a ciência necessita romper com as raízes do conhecimento vulgar. Segundo Bachelard (1996), esse último, ao traduzir necessidades em conhecimentos, ao se fixar nas impressões primeiras, acaba por ser um obstáculo ao conhecimento científico. O real que dá suporte ao conhecimento comum é

aparente, se mostra aos sentidos, conduz a enganos. Já o conhecimento científico tem um perfil abstrato-concreto, se estabelece na íntima relação empirismo-racionalismo, habita um campo intermediário entre a experiência e a geometrização.

A materialização desse processo resulta em “objetos” que não são construídos com o simples exame empírico da natureza, mas são resultados da ação técnica-racional humana ou, nas palavras de Bachelard, “produtos de um racionalismo aplicado”. Assim, os “objetos científicos” podem possuir duplo sentido, o de objeto concreto, enquanto se apresentam aos sentidos, e de objeto racional, enquanto pensado com base nas leis algébricas que estabelecem relações funcionais entre os fenômenos envolvidos, sem os quais seria impossível compreendê-los. Em suas próprias palavras:

... o objeto percebido e o objeto pensado pertencem a duas instâncias filosóficas diferentes. Pode-se descrever o objeto duas vezes: uma vez como o percebemos, e uma vez como o pensamos. O objeto é, no caso fenômeno e nômene. E, na medida em que nômene está aberto a um futuro de aperfeiçoamento que o objeto do conhecimento vulgar não possui absolutamente. O nômene científico não é simples essência; é um progresso de pensamento. (Bachelard 1977, p. 130)

O conhecimento vulgar está atrelado a uma visão realista enraizada nos valores elementares da tradição, portanto, são imutáveis. Já os objetos científicos, objetos de pensamento, inspirados em conhecimentos técnicos, em leis racionais e algébricas, tem caráter de verdade provisória e se expande na direção de possíveis aprimoramentos. Como exemplo de objeto científico, Bachelard cita a lâmpada elétrica. Ela existe de fato como objeto sensível, mas é uma realidade de “segunda ordem”, pois tudo que a constitui enquanto “matéria” veio da natureza, mas mediante a intervenção racional humana. Contudo, o simples exame empírico dela pouco nos informa sobre sua existência enquanto objeto de pensamento ou sobre a compreensão de seu funcionamento. Para isso, é necessário desvendar o “contorno que nos leva ao estudo das relações dos fenômenos, isto é, à ciência da razão, expressa algebricamente” (Bachelard 1977, p. 129). Zanetic (1989) vai mais longe e sintetiza a noção de nômene bachelariano citando o micromundo dos átomos, elétrons etc., como uma renúncia da noção clássica de “objeto observável”, o real científico apresenta-se como um dos possíveis sentidos a ser desvelado por meio do fenômeno.

Por essa característica de obra inacabada e em constante revisão, a construção e desenvolvimento da ciência, na epistemologia bachelariana, orbita em torno de questões. Questões que mobilizem o espírito, que abram caminho para novos enfrentamentos, pois “para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta, se não houver questão não pode haver conhecimento científico” (Bachelard 1996, p. 18). Essa postura exige reflexão crítica sobre problemas e problemáticas, exige um interagir com pares, indagar, levantar novas questões, enfim, requer um posicionamento de agente dos envolvidos.

Aqui, Bachelard chama atenção dos professores das disciplinas científicas para a necessidade de questões mobilizadoras do espírito. O papel do mestre nesse processo deve ser de colocar-se numa posição de questionador e proporcionar as contraposições de ideias, deve captar as concepções imediatas dos alunos e apontar as limitações e contradições desse saber vulgar diante do problema apresentado. Deve desafiar o aluno a refletir sobre o problema e conduzi-lo a abstrações que levem em consideração as variáveis relevantes:

... o mestre apresenta-se como negador das aparências, como freio a convicções rápidas. [...] Ele introduz mais pensamento do que comportam as abordagens imediatas da experiência, apresentando precisamente um pensamento mais comprometido que o pensamento empírico, que o pensamento positivista. (Bachelard 1996, p. 29)

As próprias condições psicológicas do processo de construção do conhecimento científico exigem esse tipo de postura, pois para Bachelard o psiquismo humano apresenta fortes resistências em retificar seus erros, abandonar velhas ideias e aceitar as novas. Nesse processo, observam-se lentidões e conflitos que representam obstáculos na aquisição do conhecimento científico, uma vez que, são causas de “estagnação”, “regressões” e “inércias”. Esses obstáculos, segundo Lopes (1996), acomodam a razão, tendem a manter a continuidade do conhecimento, são na verdade, elementos mascaradores das rupturas.

É contra esses obstáculos que o “espírito” deve lutar, pois “... o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (Bachelard 1996, p. 17). Com esse pensamento, Bachelard defende que o conhecimento nunca é imediato e pleno, há obstáculos que se incrustam no que

cremos saber, em conhecimentos mal questionados, e acabam ofuscando o que deveríamos saber.

A superação desses obstáculos, na obra de Bachelard, é caracterizada por um descontínuo psicológico, o que significa que a construção dos conhecimentos científicos não ocorre por uma lenta transformação dos conhecimentos comuns. São necessárias rupturas entre o conhecimento comum e conhecimento científico, fato que requer depuração, filtragem, questionamento do real aparente, sem, no entanto, desconsiderá-lo. Nessas condições, ele funda a noção de perfil epistemológico pressupondo que o progresso se faz no sentido de um racionalismo crescente, mas guarda em si resquícios dos obstáculos superados; em outras palavras, a ruptura com o obstáculo nunca é total (Lopes, 1996).

Apesar de a construção do conhecimento científico se distinguir da construção do entendimento sobre a ciência promovida no ensino, elas guardam relações inequívocas, visto que convivemos nos processos educativos com uma grande confusão a respeito da relação racionalismo-empirismo pronunciado por Bachelard. Isso acaba por se refletir em duas posições extremas que se prolongam em nossas práticas como professores, a qual Laranjeiras (2009) chama de dualidade idealismo-materialismo:

De um lado, a perspectiva idealista que suprime ou desconsidera a “realidade”, fazendo brotar o conhecimento do pensamento. De outro, o materialismo metafísico que postula o “pensamento” como um simples aparelho registrador de impressões sensíveis (Laranjeiras, 2009 p. 202)

Na perspectiva idealista, geralmente, a abstração é tomada como ponto de partida, o foco das aulas de Física fica restrito à natureza dos conceitos, mais especificamente ao formalismo matemático inerente que domina e dá suporte a apresentação de objetos teóricos como pontos materiais, cargas puntiformes, sistemas isolados, dentre outros, que não fazem sentido algum para os alunos, uma vez que são simplificações abstratas que resultaram de um longo processo de construção, às vezes secular (Hosoume, Kawamura & Menezes, 1994). Na melhor das hipóteses, os conceitos e formalismos correspondentes são apresentados para logo após aplicá-los a uma situação específica, como se as aplicações representassem apenas um meio de amenizar o peso da abstração.

Num extremo oposto, as pedagogias com fundamentação materialista tomam como base o pressuposto de que o conhecimento científico aflora do olhar contemplativo da realidade e através de um processo indutivo é possível chegar a conclusões teóricas sobre o mundo. Dentro dessa linha, reforça-se a concepção de que o aluno precisa “sentir” os objetos contemplados (reais ou teóricos) supervalorizando os conhecimentos científicos que apresentam relação direta com a realidade imediata.

Ao analisar a ideia de que o ensino deve se dar do concreto para o abstrato, Dewey (1910) afirma que o processo de aprendizagem envolve pensar sobre coisas reais ou não, de forma que o pensamento concreto se refere a coisas já conhecidas, aquelas sobre as quais não há necessidade de reflexões sobre seu significado, ao passo que o pensamento abstrato refere-se a termos ou coisas que para serem compreendidas necessitam de uma relação com coisas familiares, são pensamentos teóricos. Portanto, o que é concreto para o nível do professor pode não ser para o nível do aluno, mas isso não significa que não pode vir a ser. Para ele, dentro da premissa inicial, o caminho da atividade educativa deve ser a gradativa transferência do interesse pelo objeto (que sugere pensamentos concretos) para o estudo sobre o objeto (que sugere pensamentos abstratos). Contudo, defende que os processos educacionais não devem ficar limitados a um único modelo (concreto para o abstrato), mas reconhece a necessidade de a educação assegurar um balanço racional dos dois tipos de atitudes mentais.

Do mesmo modo, defendemos que uma articulação mais cuidadosa da relação idealismo-materialismo contribuiria para melhor compreensão que o conhecimento científico não está na coisa em si, mas nos modelos abstratos idealizados que construímos para analisar o mundo real, no afastamento teórico, mas um teórico que guarda um compromisso com o real. Os objetos que são produtos da técnica, pertencem a uma natureza de 2ª ordem, natureza modificada pelo homem (tudo que utilizamos para produzir os utensílios tecnológicos saiu da natureza), contudo, sua análise só tem sentido sobre o crivo das teorias que proporcionaram sua existência, ou seja, o conhecimento surge dessa contraposição teoria-realidade, de forma que não se produz conhecimento científico puramente na idealização, assim como não se produz puramente observando a natureza. Para Bachelard existe uma relação íntima entre empirismo e racionalismo que precisa ser bem explicitada nos procedimentos voltados para compreensão da ciência.

A ideia de problematização do conhecimento, prenunciada por Bachelard, parece ter um potencial esclarecedor nessa distinção, isso se considerarmos o afastamento do “espírito” das imagens imediatas, colocando em cheque e levando ao limite posicionamentos de senso comum, em geral ligados a impressões sensíveis. Tal percurso sugere um posicionamento diferenciado diante do conhecimento científico, em que as imposições incondicionais sejam substituídas por questões que promovam a reflexão, e os indivíduos sejam vistos como sujeitos ativos e corresponsáveis pelo próprio processo de construção das condições de compreensão do conhecimento. Reconhecemos que a elaboração de boas questões mobilizadoras não é tarefa fácil, principalmente quando se está inserido numa tradição que sempre apresentou a ciência numa perspectiva de produto acabado, como é o caso do nosso ensino, mas é preciso encarar esse desafio, pois o conhecimento abstrativo somente faz sentido na presença de algo, real ou não, que conduzam a ele.

Esse debate indica que os caminhos apresentados na epistemologia bachelariana em relação à educação podem balizar nossas ações na busca por uma formação científico-cultural mais sólida, mais condizente com o processo histórico de evolução da ciência, principalmente no que diz respeito à compreensão do processo de construção do conhecimento científico.

CAPÍTULO 3 – A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E A HISTÓRIA DA FÍSICA

O cenário atual tem se configurado por novas relações socioeconômicas, socioculturais e pela implementação de novas políticas que têm modificado e modelado as práticas sociais, principalmente no que se refere ao universo da educação. A massificação da escola que não foi acompanhada pela qualidade do ensino ofertado e a inserção de novas tecnologias da informação e comunicação que modificaram profundamente a relação com o saber são exemplos disso. Isso tem induzido mudanças nas relações professor-aluno e na forma como cada um desses atores encara o processo educativo. A indisciplina, a rebeldia, a falta de interesse, a violência, a desvalorização profissional, a perda da autonomia são temas que rodeiam a escola e que precisam ser debatidos entre os profissionais que vão atuar ou que já atuam nela. O caminho natural para que isso ocorra é através da melhoria na formação dos professores, mais especificamente na formação inicial.

Inserindo-se nesse debate, reconhecendo os desafios nele apontados, e vislumbrando maneiras de torná-lo efetivos na formação inicial dos professores, neste capítulo, será abordada a perspectiva emancipatória em que a reflexão e a crítica são os pilares da formação e atuação profissional na interface das duas disciplinas, a saber, Estágio Supervisionado e História da Física. Com a primeira, pretendemos focar os problemas e desafios da formação e os relacionados à escola durante a atuação profissional, enquanto que com a segunda, abordaremos os obstáculos e cuidados necessários no caminhar na direção da formação da cultura científica, em especial na Física. Acreditamos que a articulação das duas possibilite, por parte do licenciando em fase de estágio supervisionado, a compreensão mais aprimorada dos problemas que teremos que enfrentar na formação de uma cultura científica nos contextos formativos.

3.1 – A FORMAÇÃO DE PROFESSORES E A PERSPECTIVA EMANCIPATÓRIA

Tradicionalmente a formação de professores foi associada ao fato de que se aprende a profissão na prática e, para que isso ocorra, basta ter um bom domínio dos conteúdos específicos (Bastos & Nardi, 2008). Essa ideia, ainda bastante presente nos cursos de licenciaturas, tem conduzido à desvalorização das

disciplinas ditas pedagógicas, tanto por parte do corpo docente como por parte dos licenciandos. Como consequência, em geral, vivenciamos um desmembramento dos conhecimentos específicos, das teorias pedagógicas e práticas em sala de aula, tirando do futuro professor a possibilidade de uma reflexão crítica dos fatores determinantes de sua condição como futuro profissional.

Não podemos negar a dimensão prática da profissão de professor, aprendemos também observando e imitando modelos praticados pela comunidade. Entretanto, aprender a profissão tendo a prática como um fio condutor pode transformar o processo de profissionalização em mera repetição de procedimentos e modos de agir cristalizados na tradição o que pode ser caracterizado com um processo semiformativo, em que “o que fazer” e “como fazer” são decididos por outrem. Como consequência imediata, a estruturação da prática pedagógica fica fortemente condicionada aos modelos pedagógicos, aos quais fomos expostos ao longo de nosso próprio processo de escolarização (Mizukami, 1986). Assim, repetem-se procedimentos, formas de se relacionar com os alunos, métodos de avaliação, formas de abordar os conhecimentos, isso tudo sem o devido discernimento da adequação dos modelos ao nível de ensino e sem a consciência da mutabilidade dos processos educativos, currículos e até mesmo dos alunos. Se isso vale para os processos vivenciados na educação básica, também se estendem mais fortemente à universidade, uma vez que o licenciado tem seus professores como a referência mais “correta”, mais próxima do que seja fazer e ensinar os conteúdos científicos.

É comum professores de Física da educação básica firmarem suas metodologias em tediosas e repetidas atividades, semelhantes às quais foram submetidos durante seu período na universidade. Esse processo mimético tem gerado desinteresse nos alunos e impedido que haja espaços para que aspectos importantes, e que fazem parte do conhecimento a ser ensinado, sejam trabalhados, como é o caso dos aspectos históricos da física. Essa tradição vivenciada nas universidades parece ter grande impacto sobre os professores, pois é durante sua formação como licenciando que seu caráter de professor é definitivamente configurado. Como os aspectos históricos são desarticuladamente trabalhados na formação, é de se esperar que sua presença na vida profissional seja pequena.

Esse enquadramento ao *modus operandi* da tradição sem a devida reflexão e compreensão sobre o processo ao qual está inserido, torna o professor uma mera “engrenagem” dentro do processo educativo, sendo, inclusive, incapaz de se autodirigir. Há uma perda do autodirecionamento proclamado por Adorno, pois são aceitas as condições previamente colocadas. Há também a perda do desejo de emancipação.

A constituição do sujeito como profissional da educação envolve uma multiplicidade de fatores que, nas visões de Pimenta & Lima (2004) e Contreras (2002), configura-se como um processo permanente que envolve a ação e a reflexão para compreensão dos elementos envolvidos nos arcabouços educativos que vão desde a tradição educacional, domínio dos conhecimentos específicos, a imitação de modelos, os conhecimentos teóricos, compreensão dos fatores sociais, as condições profissionais, as políticas educacionais etc.

Para Mizukami (2009), aprender a ser professor se dá tanto por meios de situações práticas efetivamente problemáticas que envolvem conhecimento de áreas específicas, quanto pelo domínio e desenvolvimento de atitudes num processo contínuo desenvolvido ao longo de toda a vida profissional. Dentro dessa linha de pensamento, a formação inicial é vista como um dos momentos do processo formativo em que o professor constrói seu conhecimento profissional de forma idiossincrática e processual, incorporando, além dos conhecimentos advindos da racionalidade técnica, os conhecimentos oriundos da reflexão crítica ao longo de sua formação, que envolve fatores como a intuição, emoção e paixão.

O modelo do docente disciplinador, conhecedor profundo de sua área de conhecimento, simplesmente aplicador de um conhecimento teórico e técnico, tem se mostrado insuficiente para abordar a complexidade das questões educacionais, pois o processo educativo envolve situações singulares, incertas e instáveis que exigem a construção de uma nova maneira de observar e entender os problemas que não se resolvem por meio de repertórios técnicos e das práticas dominantes. Além disso, nos argumentos de Lessard & Tardif (2008), as mudanças nas políticas educacionais da atualidade, na maioria dos países, são tendenciosamente estruturadas num modelo neoliberal estabelecido em planos de sucesso, em que as palavras de ordem são a eficiência, obrigações de resultados e prestações de

contas. Percebemos também uma descentralização das decisões e incentivo maior da participação dos pais e da comunidade no sentido de uma gestão parceira.

Nesse cenário, o papel do estado é guiado por uma cultura administrativa da eficiência e se resume a avaliar e a estabelecer um programa nacional comum centrado em competências e domínio dos saberes básicos. Portanto, no processo de formação dos professores, é preciso levar em consideração essas mudanças, sua intencionalidade e a que modelo de sociedade elas estão associadas.

Nesse sentido, para Contreras (2002), é preciso ajudar os professores a desenvolver uma apreciação crítica da situação na qual se encontram, de forma que possam analisar o sentido político, cultural e econômico que a escola cumpre. Dentro dessa perspectiva, o professor precisa ter o compromisso de transformação do pensamento e da prática dominante, precisa construir um ensino dirigido à formação de cidadãos críticos e ativos e lutar por uma sociedade mais justa, ou seja, o professor deve assumir uma postura crítico-reflexiva.

Portanto, a análise crítica dessa realidade historicamente determinada, requer dos licenciandos uma postura de agentes no processo formativo, exige uma reflexão crítica de si mesmo, de suas ações pedagógicas e dos processos aos quais estão submetidos. É um outro tipo de postura que, segundo Freire (1982), se configura como uma “ação para a liberdade” em que há a necessidade de teorização da prática social para a percepção crítica da realidade, a relação que se estabelece com o mundo é a matriz geradora do conhecimento. Para Freire não se trata, porém, de uma ação de convencimento para substituir os procedimentos empíricos que estão condicionados à pauta dominante, pelo contrário, deve ser uma relação de autêntico diálogo em que “os sujeitos do ato de conhecer (educador-educando; educando-educador) se encontram mediatizados pelo objeto a ser conhecido” (Freire 1982, p. 49) no caso, as situações vivenciadas nos processos formativos.

Refletindo a partir do que foi colocado, não basta a percepção da realidade na qual o sujeito está inserido, há a necessidade da reflexão incidindo sobre ela. Para Freire (1982), deve haver um permanente distanciamento teórico da realidade para nela inserir-se criticamente, pois a práxis se constitui na ação-reflexão, na relação teoria e prática para modificar a realidade. Então, a práxis do professor pode ser caracterizada pela existência de dois contextos dialeticamente relacionados, um teórico, da reflexão, em que os sujeitos do conhecimento dialogam, exercitam a

abstração, representam a realidade concreta procurando alcançar a razão de ser dos fatos enfrentados, e ainda um segundo contexto representado pelo prático, pela ação (Freire 1982, p. 51).

Se a perspectiva dos frankfurtianos fornece a base filosófica e parte do conteúdo da crítica, complementarmente, os ideais freirianos nos instrumentam metodologicamente e gnosiologicamente, dentro de uma perspectiva pedagógica emancipadora em que os sujeitos dialogam em torno dos problemas oriundos de suas relações com o mundo.

Cabe ressaltar que a postura crítica reflexiva de interesse, que tem base emancipatória, vai muito além da reflexão individual sobre os problemas da prática imediata de sala de aula. Uma formação em que a problematização e o diálogo são fios condutores da ação só tem sentido mediante a comunicação colaborativa, a simetria de fala entre os participantes, ou seja, a reflexão é coletiva. Por outro lado, o conteúdo da reflexão não pode se restringir ao que se mostra evidente nas salas de aula, é necessário desvelar o que se mostra latente, os planos que conduziram ao que se mostra aos olhos, numa dinâmica que mescla a crítica transcendente e a crítica imanente.

Essas ideias encontram abrigo na proposta dos professores como intelectuais transformadores de Giroux (1997). Para ele, a docência deve se encarada como uma atividade intelectual, cuja valorização do intelecto e o fomento da crítica sejam as bandeiras principais, não se restringindo à execução de programas e ao alcance de metas previamente definidas. Essa postura pressupõe uma ação crítica e ativa do professor na luta pela melhoria das condições do ensino o que envolve o levantamento de questões acerca dos conteúdos ensinados e metodologias utilizadas, uma vez que subjazem questões ideológicas, econômicas, políticas e de poder. Além disso, para Giroux (1997), é como intelectuais críticos que os professores podem reconhecer seu papel na reprodução e legitimação da situação educacional e passar a incorporar posicionamentos com interesses emancipatórios. Para ele, isso significa:

[...] passar a utilizar formas pedagógicas que tratem os estudantes como agentes críticos; tornar o conhecimento problemático; utilizar o diálogo crítico e afirmativo; e argumentar em prol de um mundo qualitativamente melhor para todas as pessoas. (Giroux 1997, p. 163)

Especificamente na formação de professores no horizonte da cultura científica é necessário problematizar o próprio conhecimento científico, reconhecer e levar em consideração suas dimensões constitutivas de modo a capacitar o professor para refletir, criticar, questionar e propor alternativas à tradição política, metodológica, livresca e curricular que impera na escola, e que impede a focalização das principais realizações científicas e tecnológicas, e também seus impactos na sociedade.

Também tomando como base os ideais emancipatórios, Moura (2012) defende a formação do professor de Física dentro de uma perspectiva crítico-transformadora que se caracteriza por uma postura crítico-dialógica onde se aprende e se ensina fortemente embasada em argumentos concretos, pela compreensão de seu papel enquanto formador e pela capacidade de entender a ciência como empreendimento humano estabelecida no contexto global a qual pertence. Para o autor, uma formação nesses moldes também requer do professor a compreensão da escola como um ambiente intelectual de trocas e construção de ideias e de desenvolvimento humano em suas vertentes individual, política e profissional.

Assim as universidades, como centros de formação desses profissionais, que têm como atividade central a reflexão, a produção e a divulgação das várias áreas do saber, precisam se articular para que esses elementos sejam efetivamente considerados nas licenciaturas e permitam ao licenciando uma compreensão e consciência dos fatores impactantes em sua práxis, de forma que possa trilhar com seus futuros alunos um caminho para a emancipação.

3.2 – HISTÓRIA DA FÍSICA E AS DIMENSÕES CONSTITUTIVAS DA CULTURA CIENTÍFICA ESCOLAR

A figura 3, em que apresentamos as dimensões constitutivas da cultura científica escolar dentro do pano de fundo social, tem como base que a ciência é uma construção humana e se desenvolve associada a outros setores da sociedade, faz parte da teia social, condiciona e é condicionada por fatores internos e externos que mudam de acordo com cada momento histórico. Esse caráter de constructo social, humano, afasta a ideia, que ainda predomina na sociedade, do conhecimento científico como verdade primeira, neutra e aproblemática.

Assim, qualquer análise que se restrinja a apenas um dos aspectos desse emaranhado processo de construção social, corre o risco de apresentar uma visão deformada da ciência. Portanto, há que se repensar as formas de evidenciar essas questões nos processos formativos e, para isso, é necessário uma compreensão, principalmente por parte dos educadores, dos elementos constitutivos da cultura científica e das possibilidades pedagógicas para sua abordagem.

Nesse sentido, defendemos que a História da Ciência tem um papel fundamental a cumprir, uma vez que tem potencial para esclarecer, tanto o passado, quanto o presente, evidenciando, assim, as relações do empreendimento científico com a trama social. Isso faz coro com a preocupação de Postman (1994) em relação ao empobrecimento cultural ao qual nos sujeitamos quando não lançamos mão das raízes históricas na compreensão da ciência, de como sabíamos e pensávamos no passado. Com a história é possível evidenciar o conhecimento científico como construção humana, como algo que tem um caráter provisório e que é fortemente apoiado em realizações de nossos antepassados.

Nessa mesma linha de pensamento, Neves (1998) destaca os posicionamentos de Feyerabend sobre os riscos de não levamos em consideração a história, suas contingências, suas inúmeras possibilidades, representações, questões e problemas, erros e controvérsias. Sem o conhecimento do processo histórico, as ideias científicas ficam sem fundamento, tornando-se dogmas, tais quais as ideias religiosas.

Assumindo que a aprendizagem dos indivíduos sobre alguma situação não depende somente do que eles abstraem dela, mas também da construção mental que eles guardam do contexto, Monk & Osborne (1997) também defendem que na compreensão das ideias científicas é importante que o aluno tenha noção do contexto social em que ela foi construída, o que pode incluir o pensamento dominante da época, as controvérsias e os fatores que dificultaram o estabelecimento das novas interpretações.

Outras pesquisas recentes têm apontado algumas possibilidades a respeito do papel que a História da Ciência pode desempenhar na compreensão da ciência e conseqüentemente no seu ensino, em especial no Ensino de Física. Em Martins (2006), Peduzzi (2001) e Mathews (1995) foi feito um interessante balanço a respeito do possível potencial da HC, pois ela: permite uma visão mais concreta e

correta da real natureza da ciência; possibilita melhor compreensão das inter-relações entre a ciência, tecnologia, cultura e sociedade; auxilia na revisão de objetivos e estratégias educacionais; motiva os alunos; humaniza as ciências; evidencia o caráter mutável das teorias científicas; aumenta a cultura geral do aluno; melhora a compreensão dos conceitos científicos, enfim, permite tornar as aulas de física mais desafiadoras e reflexivas.

Dentro das perspectivas da historiografia da ciência Zanetic (1989), Farato, Martins & Pietrocola (2012) destacam o potencial da História da Ciência para evidenciar a dimensão cultural do conhecimento científico, desde que se considerem os elementos da totalidade intelectual do tema e de sua época, incluindo o próprio historiador, mediante um olhar contextualizado. Isso requer a demonstração da riqueza e da dinâmica das relações históricas entre os diversos componentes da organização social, ou seja, é necessário reunir elementos das várias especialidades para superar a dicotomia internalismo *versus* externalismo.

Dentro da realidade dos processos formativos, que é nosso maior interesse, defendemos uma História da Ciência que seja fonte de problematização das relações existentes entre os vários elementos constitutivos da cultura científica dentro de um pano de fundo social, ou seja, que os debates em torno de episódios históricos sejam fontes de inspiração para o estudo de aspectos internalistas, assim como dos externalistas e suas relações com a sociedade, ultrapassando a simples dimensão motivacional e auxiliar na compreensão conceitual. Nessa perspectiva, seu papel garante a integridade na compreensão da cultura científica sendo, portanto, elemento essencial e constitutivo desse processo.

A História da Ciência assume um papel preponderante na justificativa da origem dos conhecimentos transmitidos, na problematização por meio dos embates entre ideias, situações, raciocínios, erros, acertos e personagens, enfim, deve evidenciar o caráter de construção humana da ciência e suas influências na sociedade.

Seguindo esse raciocínio, defendemos a história na perspectiva cultural, que esteja comprometida com a problematização dos planos constitutivos da cultura científica, que abra espaços para análises críticas e reveladoras de métodos, de rupturas, de filosofias, assim como do momento histórico-social. Do ponto de vista das práticas pedagógicas, ganham força os episódios históricos com potencial

problematizador do conhecimento, que permitam a contraposição de visões e raciocínios sobre determinados fenômenos e conceitos no decorrer da evolução da ciência e da sociedade.

Dada a importância que a História da Ciência tem tido na renovação da Didática das Ciências (Duarte, 2004), há que se atentar para o caráter “salvacionista” que parece ficar oculto nessas argumentações. Laranjeiras (2009) alerta para os riscos de uma História da Física numa perspectiva utilitária, afirmando que ao transformá-la em mero instrumento didático, sem o devido conhecimento dos processos envolvidos na construção do conhecimento científico, rompe-se com a possibilidade das relações críticas.

3.2.1 – Os desafios da História da Física na interface formação inicial-atuação profissional

Em nosso trabalho, situado na interface universidade-escola, reconhecemos o caráter constitutivo que a HF possui na formação científico-cultural dos educadores e educandos. Nesse sentido, focalizamos a dimensão Histórica da Ciência na formação inicial dos professores, buscando subsídios para tornar efetiva a abordagem contextual nas aulas de Física do Ensino Médio, pois acreditamos que considerar a História da Física na tarefa de planejamento das aulas é importante para que haja a promoção de reflexões mais amplas da natureza do conhecimento científico e possibilitar apreciações críticas da situação na qual o conhecimento foi e é construído e, conseqüentemente, seus impactos sobre a escola e sociedade, ou seja, a observação da ciência do ponto de vista cultural.

Mesmo que as discussões sobre a importância da HF nos processos formativos no Brasil não sejam recentes, a tendência de considerá-la na formação dos professores de Física foi impulsionada a partir de 1995 com a tradução e ampla divulgação de um artigo intitulado “História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de Reaproximação”, de Michael R. Matthews. No artigo, o autor apresenta as controvérsias em torno do papel formativo da História e Filosofia da Ciência e os desafios pedagógicos de sua implementação, ideias que serviram como um divisor de águas para fortalecer grupos com interesse no assunto e impulsionou mudanças curriculares nas licenciaturas, principalmente em Física.

Sobre a História da Física no contexto da educação básica, Martins (2006) considera dois pontos que precisam ser enfrentados: o primeiro denuncia que no Ensino Médio faltam materiais tanto em quantidade como em qualidade para uma abordagem contextual e o segundo denuncia a deficiência formativa dos professores, que, em média, não estão preparados para tal tarefa. Martins (2006) afirma também que há o desafio em produzir materiais com abordagens históricas que sejam inteligíveis para um aluno de Ensino Médio e que, ao mesmo tempo, mantenha o rigor histórico. Para Mathews (1995), esse é o grande desafio dos educadores da ciência “a tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico” (p.177).

Para Höttecke e Silva (2011), esses desafios se estendem também a implementação da HF na escola em função das propostas dessa natureza não considerarem a complexidade que caracteriza o sistema de ensino. Os autores apontam a cultura do professor de Física, a estrutura curricular e os materiais disponíveis para o Ensino Médio como obstáculos. Para eles há que considerarmos que a cultura professoral dominante está baseada nas certezas das “verdades científicas” que se estabelecem num corpo de conhecimento que exige mínima justificação, o que conduz ao um estilo de comunicação da Física baseado na autoridade, com pouca abertura à participação dos alunos e às discussões dos elementos interpretativos da ciência. Com relação aos currículos, apesar da tendência de considerarem os aspectos históricos, são insuficientes na descrição dos conteúdos históricos a serem abordados, nas competências a serem desenvolvidas e nas formas de operacionalização em sala. Já os materiais históricos configuram-se como obstáculo na medida em que os livros didáticos ainda são um dos recursos mais importantes na educação científica e, além de exercer o papel de comunicar as inovações curriculares, são eles uma fonte de interlocução entre os conteúdos científicos, professores e alunos. Mas, em geral, os aspectos históricos comunicados nesses materiais são baseados numa concepção empírica-indutivista e na ideia que a ciência é construída de irrefutáveis verdades elaboradas por grandes gênios.

Para que esses obstáculos sejam devidamente entendidos e contornados, necessitamos de mudanças tanto na formação inicial como continuada dos professores, pois estudos apontam que a chave da abordagem contextual no ensino

está fortemente relacionada à formação dos professores (Freire, 2002). Contudo, temos observado que, mesmo os licenciandos passando em sua formação por disciplinas de natureza histórico-filosóficas, não incorporam efetivamente esses conhecimentos em suas aulas (Martins, 2007). Ainda para Martins (2007), isso se dá em função dos cursos de formação inicial abordarem os aspectos histórico-filosóficos sem preocupações com as implicações para o ensino, o que acaba por colocar o professor em dúvida a respeito do “como fazer” e do que deve ser abordado em relação aos aspectos referentes à natureza da ciência no ensino. Então, do ponto de vista da prática do professor, não basta a compreensão da HF e o reconhecimento de sua importância na compreensão da ciência, há uma dimensão pedagógica que precisa ser explorada para sua efetividade no ensino.

[...] de nada adianta o conhecimento do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o conhecimento pedagógico do conteúdo. Se quisermos contemplar a HFC no ensino médio, devemos trazer esse debate metodológico para os currículos das licenciaturas, buscando uma maior integração com outras áreas do conhecimento, como a Pedagogia e a História. (Martins 2007, p. 127)

Diante da realidade dos cursos de formação inicial onde em geral a HF é oferecida em uma única disciplina, há que se pensar em novos espaços para que os aspectos pedagógicos relativos à HF sejam debatidos. Nesses espaços, consideremos que duas perguntas básicas são de interesse e carecem de reflexão: “Quais são os conhecimentos relativos à natureza da ciência que podem ser abordados na educação básica?” e “Pedagogicamente, quais estratégias permitem a abordagem de elementos da natureza da ciência?”.

Com relação à primeira, no nosso trabalho ao abordamos a ciência na perspectiva cultural, estamos interessados nos planos constitutivos do empreendimento científico, tanto em sua dinâmica interna como em suas relações como o contexto social. Portanto, precisamos abordar aqueles aspectos que permitam evidenciar a vivacidade e a dinâmica da construção da Física, que permitam dar significado ao conhecimento, evidenciando a diversidade metodológica, o significado das teorias, hipóteses, modelos, racionalidade e a correspondência entre teoria e realidade, a linguagem científica, o caráter coletivo da produção científica, as formas de comunicação entre os pares, as concepções filosóficas, éticas, de valores e todos os outros elementos que têm impacto na

construção da imagem social que temos da ciência e que possibilitem entender suas relações com a sociedade e, conseqüentemente, com o homem.

Na visão de Adúriz-Bravo (2005), o que deve ser abordado é o conjunto de “ideias metacientíficas” que permitem uma reflexão sobre o que é o conhecimento científico, seus alcances e limites na sociedade e que se nutre das contribuições interdisciplinares da História, Filosofia, Epistemologia e Sociologia da Ciência. Integra, dentre outros conhecimentos, a demarcação entre ciência e não ciência, a ideia de um método científico universal, a imposição da supremacia do conhecimento científico, as visões caricaturais da construção da ciência e dos cientistas, as relações da ciência e os contextos sociais, as normas e valores que regem a ciência; enfim, esses são os conhecimentos que ajudam os estudantes construir uma imagem dos triunfos intelectuais e materiais da ciência, mas, também, possibilitam o reconhecimento de suas limitações e desmitificam sua aura de “sacralidade” (Adúriz-Bravo, 2005).

Com relação ao “como fazer”, não se pode pensar em ações que simplesmente se sobreponham à tradição consolidada entre os professores, de forma a substituir a Física escolar por outra Física, voltada para aspectos humanísticos-reflexivos. Pelo contrário, devemos agir com a intenção de dar sentido a esses conteúdos já trabalhados, buscando o significado de sua existência tanto do ponto de vista interno da construção da ciência, quanto do ponto de vista do contexto social de uma forma geral, como defende Zanetic (1989), “O que desejo é fornecer substância cultural para os cálculos, para que essas fórmulas ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da Física com a vida intelectual e sociedade em geral” (Zanetic 1989, p. VI).

Por outro lado, também não terão efeitos significativos metodologias que atribuam um papel meramente ilustrativo à natureza da ciência, mais especificamente aos aspectos relativos à HF, assim como metodologias que imponham essas abordagens como obrigação legal. No sentido de fornecer suporte material aos professores, a seleção do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) tem como um dos critérios de seleção a abordagem da dimensão Natureza da Ciência, especificamente, História da Física. Todavia, o que presenciamos, com raras exceções, é o compromisso puramente mercadológico das editoras e dos autores. Vemos velhos textos dos livros didáticos serem invadidos de quadros

complementares abordando aspectos históricos, experimentais, e também a relação entre ciência-tecnologia e sociedade com a intenção de “amenizar” as dificuldades, procurando “motivar” os alunos, como muitos expressam em seus prefácios, e não como resultado de uma reflexão que considere esses elementos como constitutivos do próprio processo formativo em ciência e que permitem a investida consciente por parte do professor.

Nossa proposta pedagógica, apesar de não estar livre dos problemas da tradição do ensino de Física, e de reconhecer as dificuldades expressas em metodologias que privilegiem a reflexão participativa dos alunos e professores, centra atenção na possibilidade da História da Física como elemento problematizador das aulas de Física. Apesar da ideia de problematização ter muitos sentidos, sendo o mais comum a atividade de resolução de problemas e exercícios exemplares, o sentido que aqui se procura abordar é mais amplo e integra os ideais pedagógicos emancipadores freirianos e epistemológicos bachelarianos.

A problematização freiriana volta-se para um nível mais geral das relações do sujeito com o mundo, da tomada de consciência de si e de sua situação nas lutas de classes. Considerando a educação como um campo propício para esse debate, busca-se, no próprio ato educativo, expressar as relações de dominação que se estabelecem entre educador-educando. Na base dos discursos freirianos está o antagonismo entre a concepção bancária de educação que considera os educandos meros depositários do saber transmitidos, e a educação problematizadora em que os objetivos cognoscíveis se tornam mediadores entre os sujeitos cognoscentes, ou seja, as situações vivenciais, os conhecimentos culturalmente construídos e as relações estabelecidas como o mundo passam a ser fontes de diálogo entre educandos e educadores. Em suas palavras:

A “bancária”, por óbvios motivos, insiste em manter ocultas certas razões que explicam a maneira como estão sendo os homens no mundo e, para isto, modifica a realidade. A problematizadora, comprometida como a libertação, se empenha na desmitificação. Por isso a primeira nega o diálogo, enquanto a segunda tem nele a indispensável relação ao ato cognoscente, desvelador da realidade. (Freire 1978, p. 83)

Na pedagogia freiriana, o diálogo passa a ser uma “exigência existencial”, pois como fenômeno humano, o diálogo representa a expressão do pensar crítico no encontro dos homens na busca por entendimento do mundo. Para Freire (1978), problematizar o conhecimento não se trata, portanto, de proporcionar ao educando a

simples percepção das coisas, é necessária a superação do conhecimento no nível da “doxa” e, permitir o desvelamento da realidade baseado numa postura crítica expressa na relação ação-reflexão-ação.

Já a problematização bachelariana é mais específica, e refere-se à apropriação do conhecimento científico. Para Bachelard (1996), a aprendizagem deve se dar em contraposição às experiências de senso comum, o ato educativo deve orbitar em torno de questões que evidenciem as contradições e limitações desses conhecimentos cristalizados na trajetória de vida dos educandos. Portanto, como tratamos no capítulo 2, é em termos de “obstáculos” a serem superados, que Bachelard dialoga sobre o conhecimento científico, pois “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (Bachelard 1996, p. 17).

De acordo com essa perspectiva, esse processo requer a substituição do saber “fechado” e “estático” baseado na opinião, no imediato, no visível e previsível por um conhecimento mobilizado por questões e por problemas que vão na direção da abstração científica e que possam voltar ao real com maior compreensão e poder de questionamento. É necessário mobilizar o espírito e gerar a necessidade de saber mais, e isso, segundo Bachelard, se dá ao colocar-se diante do desafio proporcionado por problemas, pois “para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta” (Bachelard, 1996, p18).

Logo, a problematização em Bachelard e em Freire convergem para a ação dialógica entre os indivíduos como o elemento impulsionador do ato de conhecimento, contudo, diferenciam-se na abrangência e em relação aos objetos do problema, ou seja, em relação aos elementos que geram o diálogo. Para Freire, os pressupostos para o diálogo são as injustiças presentes, as relações de poder que se estabelecem nas relações dos homens entre si e nas relações com o mundo, enquanto, para Bachelard, são os desafios inerentes à aquisição do conhecimento científico. Entretanto, os objetivos e habilidades emancipatórias estão presentes nas duas, uma vez que na sociedade fortemente dominada pelo conhecimento científico, não tem sentido falar em consciência, liberdade, autodirecionamento, simplesmente, baseando-se em conhecimentos de senso comum. Precisamos entender o papel exercido pela ciência e a técnica nos rumos da sociedade se quisermos nos

entender dentro desse processo, seja para qualificar nossos questionamentos ou para tomarmos decisões mais conscientes.

Portanto, o professor terá um papel decisivo em problematizar o conhecimento e garantir a manutenção do diálogo para aproximar os alunos do objeto de conhecimento. Nesse sentido, defendemos que a HF tem um potencial pedagógico a cumprir fornecendo situações intrigantes, controversias, casos e construções que representam uma rica fonte para mobilizarem diálogos em torno do conhecimento científico. Um caminho pedagógico que consideramos frutífero são os estudos de casos históricos (Conant, 1960; Stinner et al, 2003)

Os estudos de casos históricos, na visão de Conant (1960), são uma maneira de evidenciar as táticas e estratégias da ciência e evitar visões distorcidas dela ao apresentar a gênese dos métodos, conceitos e contextos. Para Stinner et al (2003) é notável o potencial de apresentar o “contexto das descobertas e justificação”, contrapondo-se à tradição que apresenta a ciência como um corpo de conhecimentos e técnicas estáticas e sem justificação; além de ilustrar a criatividade, as lutas intelectuais e as dificuldades de consensos sobre princípios, leis e teorias. No entanto, existem situações históricas que são mais propícias e que precisam ser escolhidas cuidadosamente para cada finalidade, uma vez que precisam satisfazer algumas linhas gerais que as definem como um estudo de caso histórico. Segundo (Stinner et al, 2003), os estudos de casos são contextos históricos com uma ideia unificadora, desenhados de acordo com certos princípios gerais para explicitar o contexto de um grande problema. Baseado em Stinner et al (2003), apresentamos, em linhas gerais, algumas orientações para os professores elaborarem estudos dessa natureza:

- 1) Mapear um contexto com uma ideia unificadora central, identificando as questões relacionadas ao tema, ideias concorrentes ou controversias marcantes e explicitar o contexto social/econômico/cultural/científico da época de forma que atraia a imaginação do estudante;
- 2) Criar um enredo que dramatize ou torne claro o problema principal, através de eventos marcantes, contraposições de ideias defendidas por determinados personagens relacionados e de debates filosóficos com implicações na ciência;

- 3) Garantir que as ideias principais que se deseja abordar, os conceitos e problemas, surjam naturalmente do contexto;
- 4) Assegurar que o enredo caminhe na direção da precisão e generalização, tornando-o intrinsecamente interessante, evidenciando a conexão entre conceitos e ideias e suas possíveis aplicações nos dias atuais, abrindo portas para a generalização das ideias apresentadas;
- 5) Resolver os conflitos que foram gerados pelo contexto e encontrar conexões entre as concepções discutidas e ideias atuais. Explicitar e debater as principais dificuldades que acompanham as novas ideias;
- 6) Possibilitar que alunos e professores, juntos, possam mapear outros problemas relacionados e aprofundar o contexto explicitado.

A produção desse tipo de material para a educação básica deve ser guiada pelas seguintes questões:

- 1) O que deve ser focado numa abordagem histórica no Ensino Médio?
- 2) Quais são os episódios históricos mais propícios aos estudos de casos e narrativas?
- 3) Como produzir no Ensino Médio uma História simplificada que não seja uma mera caricatura do processo histórico?
- 4) Como tornar os aspectos históricos um problema potencial para aproximar os estudantes dos temas de estudo?
- 5) Como contornar as imposições da tradição bancária do ensino de Física em contraposição às metodologias dialógicas?

Não há respostas prontas e únicas para essas questões, mas acreditamos que, para que essas possibilidades pedagógicas se efetivem nas salas de aula, é necessário abordá-las na formação inicial dos professores e debater as vantagens, desvantagens e possíveis problemas oriundos dos choques referentes à tradição impositiva, que dominam o ensino, e enxergar as possibilidades de uma educação problematizadora, que, nesse caso, privilegia o diálogo através dos estudos históricos. Além disso, a experiência evidencia que não é somente olhando o outro fazer ou simplesmente utilizando produções de outros que o professor vai se apropriar desses conhecimentos e reconhecer que eles podem ser promotores de mudanças na forma e nos conteúdos. As mudanças, pelo contrário, vêm de uma

ação coordenada, uma participação ativa e reflexiva do professor. Daí a necessidade de o professor participar do processo de construção e dos debates em torno desses casos históricos, o que exige novas estratégias na formação. Nesse sentido, os trabalhos em grupos para estudo e elaboração dos casos históricos despontam como sendo as alternativas mais promissoras, pois fortalecem o debate e encorajam as mudanças, além de permitirem que os professores organizem suas ideias textualmente.

Diante de tal contexto, reconhece-se a disciplina de História da Física como possibilitadora do aprofundamento de reflexões sobre os momentos cruciais e sobre as questões fundamentais presentes no desenvolvimento histórico da ciência. Tais ações se adéquam aos pressupostos das abordagens citadas, mas sem deixar de considerar os “riscos” que corremos na empreitada de elaboração de textos com abordagens históricas. Certamente, foram feitos recortes e simplificações da História assim como ela deve ter ficado carregada de interpretações pessoais, visões de mundo e concepção de ciência do professor que produziu esses textos. Sobre isso, Peduzzi (2001) nos conforta afirmando:

Realmente, uma dada seleção histórica da evolução dos assuntos de um corpo de conhecimento, em qualquer situação, será um subconjunto do real e intrincado emaranhado de relações que lhe confere dinamicidade [...]. Todo relato histórico é resultado de uma interpretação [...] Não existem escolhas neutras. (p. 154-155)

Ou seja, é desejável correr esse risco para fomentar a reflexão sobre o papel essencial e constitutivo da HC nas aulas de Física, de forma a integrá-la efetivamente na prática dos aspirantes ao magistério.

**CAPÍTULO 4 – A CRIAÇÃO DE UM “ESPAÇO” REFLEXIVO NA INTERFACE
ESTÁGIO SUPERVISIONADO E HISTÓRIA DA FÍSICA E A CARACTERIZAÇÃO
DA EXPERIÊNCIA REALIZADA COM OS LICENCIANDOS.**

O Estágio Supervisionado, que em geral visa à atuação do licenciando junto a um profissional mais competente e experiente no dia a dia da prática profissional docente, tem sido entendida, de acordo com Pimenta (2004), como uma atividade prática e teórica concomitantemente. A autora argumenta que é prática porque a atuação docente é uma forma de intervenção na realidade social a qual pressupõe a apropriação de padrões institucionais cristalizados na tradição que direcionam formas, conteúdos, habilidades, conhecimento de normas e posturas em contextos sociais e físicos singulares. No entanto, dentro da perspectiva emancipatória, a ação de intervenção na realidade só se estabelece mediante a reflexão, sendo ela característica da práxis do professor. Seguindo tal raciocínio, o Estágio também deve ser entendido como uma atividade teórica, uma vez que os instrumentos teóricos é que vão permitir variadas perspectivas das análises e reflexões das práticas institucionais, dos valores que as orientam e das ações dos próprios sujeitos envolvidos.

Nesse contexto, Carvalho & Orquiza de Carvalho (2010) corroboram com Pimenta (2004) e entendem que o Estágio é atividade teórica instrumentalizadora da práxis do professor, o qual não deve visar somente ao conhecimento dos objetos relacionados ao ensino e aprendizagem, mas também ao estabelecimento de finalidades e à intervenção para que a realidade seja transformada, o que supõe um movimento constante que integra as duas perspectivas: a teórica, de planejamento e de análise das atividades executadas, e a prática de ações para intervenção na escola, como esquematizado na figura a seguir:

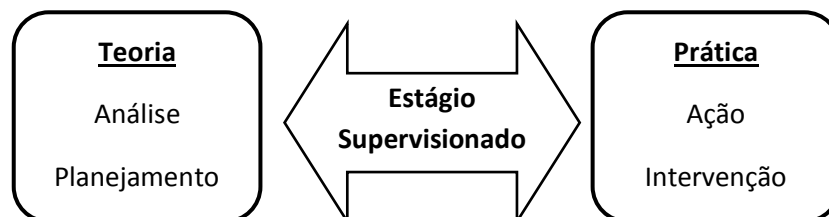


Figura 4- A relação teoria-prática no Estágio Supervisionado

Do ponto de vista da realidade formativa, no curso de licenciatura em Física da Unesp de Ilha Solteira, a professora Lizete Maria Orquiza de Carvalho realiza uma experiência que envolve a análise das práticas pedagógicas nas escolas vivenciadas pelos licenciandos em estágio supervisionado, tomando como base os dados dos relatos orais e escritos de cada aula ministrada, por exemplo, numa lista de e-mail. Esta atividade possibilita ao aspirante a professor vivenciar um processo, fora da escola, de análise de sua atuação, como um “cientista pesquisador” de suas próprias ações. É um processo crítico-reflexivo coletivo, é um afastamento, uma abstração para trocar experiências, fortalecer posições e compreender melhorar a atuação profissional dos envolvidos. Num segundo momento, realiza-se um exercício de análise e sistematização em resposta aos relatos, ficando a cargo do relator a escolha do responsável por tal tarefa. Finalmente, o conjunto impresso dos relatos é submetido à análise de conteúdo, num trabalho em grupos.

Desse modo, defendem Carvalho & Orquiza de Carvalho (2010), é possível que os aspirantes a professor de Física do curso de Ilha Solteira “se olhem” enquanto praticam o ensino nas escolas, o que possibilita a reconstrução das noções de senso comum sobre os conhecimentos pedagógicos, sobre a formação do aluno, a prática docente e a formação docente, além da “compreensão de si” e dos modelos de professor que se incrustam em sua prática.

O caráter crítico-reflexivo e prático dessa proposta chama atenção, particularmente em nossa pesquisa, por disponibilizar ferramentas para acompanhamento dos processos vivenciados e das possíveis mudanças ocorridas em função das intervenções realizadas. Contudo, nossa percepção do desenvolvimento desta atividade é que ela conduzia os licenciandos a uma supervalorização dos aspectos intervenientes referentes ao contexto escolar em detrimento de relatos das relações que se estabeleciam com os planejamentos, os currículos, as formas de transmissão e avaliação dos conteúdos da Física (responsabilidade do licenciando). Por entender que o estágio é um momento da formação em que se pretende propiciar a articulação de diversos saberes numa vivência pré-profissional, vimos que isso limitava a percepção da totalidade do processo de formação da cultura científica no ambiente escolar e “embaçava” a percepção do nível de interferência de cada uma desses fatores na construção de um ambiente intelectual na escola. Aproveitando-se do fato de, no ano de 2011, a professora que ministrava a disciplina de Estágio Supervisionado ser a mesma que

ministrava a disciplina de História da Física, resolvemos criar um “espaço” no processo formativo em que fosse possível estabelecer uma relação entre estes dois componentes curriculares dentro de uma perspectiva problematizadora do conhecimento científico e de suas práticas de ensino e verificar como isso impactou em suas concepções educativas e, conseqüentemente, em sua atuação profissional.

Como já foi apresentado em capítulos anteriores, a HF além de ser parte da necessidade de compressão sobre matéria a ser ensinada (tanto por parte do professor como por parte do aluno), é também parte dos conteúdos a serem transmitidos, entretanto, ainda é um conhecimento pouco difundido nas práticas pedagógicas, o que tem empobrecido a formação científica no Ensino Médio. Defendemos, portanto, que esse trabalho articulado de HF com ES mobiliza os licenciandos para a percepção dos elementos que fazem parte da cultura científica ao mesmo tempo em que torna possível que se verifique traços desses aspectos em suas práticas nas escolas, pois o Estágio permite a compreensão e reflexão sobre os desafios ligados à atividade profissional, complementarmente, a História da Física permite uma melhor compreensão da ciência. Com o estágio, problematizamos os elementos sociais, pedagógicos e profissionais ligados à prática, enquanto que com a História da Física problematizamos a construção, a constituição e os elementos impactantes no empreendimento científico.

Dentro dessa proposta, vislumbramos “mais pedagogia” na abordagem da ciência e “mais ciência” na abordagem pedagógica, de modo a desvelar outras dimensões que não se resumem a meros aspectos pedagógicos instrumentais ou a científico-conceituais que, sozinhos, não podem enfrentar toda a complexidade que representa a escola, além de não refletirem todos os conhecimentos necessários para uma formação crítica. Isso vem ao encontro dos referenciais crítico-reflexivos ao atacarem a redução da formação do professor ao instrumentalismo e ao cientificismo, olhando a ciência e o processo educativo desconectados de sua totalidade.

Então, nossa intervenção enquanto pesquisador veio no sentido de articular as duas disciplinas e permitir que, durante a formação, as discussões sobre a práxis do professor de ciência fossem nutridas pela articulação dos elementos que condicionam essas duas fronteiras, a pedagógica-profissional e científico-cultural, diminuindo o distanciamento que presenciamos hoje em grande parte dos cursos de

formação de professores de Física. O quadro a seguir representa uma síntese dessa ideia.

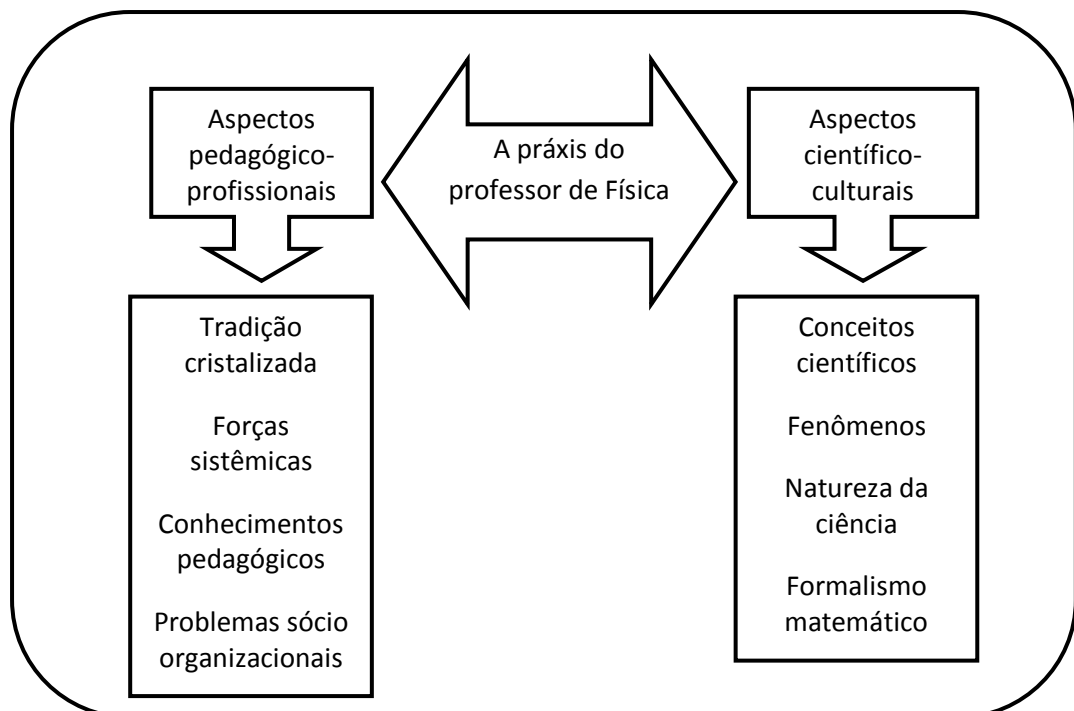


Figura 5 – A integração dos elementos pedagógico-profissionais e científico-culturais na práxis do professor

Portanto, nossos objetivos na integração dos elementos pedagógicos-profissionais e científico-cultural expresso nas disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física são:

- Possibilitar ao futuro professor, na fase de estágio nas escolas, uma contraposição entre a construção do conhecimento científico no contexto formativo e no contexto de atuação profissional;
- Permitir que o licenciando reconheça a necessidade de articular em suas práticas conhecimentos pedagógicos instrumentais e científico-conceituais;
- Promover a análise dos impactos da tradição na formação e na atuação profissional, desvendando as razões que a sustentam e vislumbrando outros caminhos possíveis do ponto de vista curricular e pedagógico;

- Promover o entendimento de que a construção do conhecimento passa necessariamente pelo processo de questionamento e criticidade, exigindo uma participação ativa e consciente dos sujeitos envolvidos;
- Procurar evidenciar as forças envolvidas na seleção e transmissão cultural e entender como elas geram conformismo e suprimem as tendências de mudanças;
- Propiciar aos licenciandos a percepção do tipo de professor que eles são (percepção de si enquanto profissional da educação);
- Considerar as dimensões constitutivas da cultura científica escolar problematizada por meio da História da Física.

No contexto da sociedade do conhecimento, se pretendemos formar professores, na área científica, capazes de contribuir para transformar a realidade escolar, é necessário desenvolver uma imagem menos fragmentada do que a difundida pelas fronteiras disciplinares e pelas visões ingênuas de como se constrói o conhecimento. Sem dúvida que isso reivindica o desenvolvimento de uma postura investigativa para compreensão da dinâmica social e dos processos aos quais se sujeitam os professores e a própria ciência; mas ao mesmo tempo é imprescindível reconhecer a importância dos conhecimentos abstratos, conceituais, formais, linguísticos e cognitivos que constituem a ciência, assim como metodologias para melhorar sua comunicação.

4.1 – CARACTERIZAÇÃO DA EXPERIÊNCIA REALIZADA

Dentro da grade curricular do curso de Licenciatura em Física da UNESP de Ilha Solteira, o aprendizado dos processos de aplicação e compreensão dos conhecimentos estruturais docentes em sala de aula é oferecido por duas disciplinas, a saber, o Estágio Supervisionado I e II, que são disciplinas anuais com carga horária de 60 e 40 horas, respectivamente. A primeira, que faz parte da grade curricular no 3º ano do curso, organiza-se em torno da preparação e reflexão sobre a atuação nas escolas dos licenciandos, como observadores das aulas de professores em serviço e como monitores dos alunos de Estágio Supervisionado II. Na segunda, que é oferecida no 4º ano, um processo semelhante se instaura, com a diferença de

que a preparação, discussão e análise de atividades referem-se à atuação como docentes em escolas públicas de Ilha Solteira-SP e das regiões circunvizinhas.

No que se refere aos objetivos dessas disciplinas, o Estágio Supervisionado I visa à construção de conhecimento pelos estagiários sobre a realidade da escola e o Estágio Supervisionado II, a apoiá-los quando eles mesmos intervêm nesta realidade, procurando promover a análise e compreensão dessa intervenção. Trata-se, pois, de duas construções que, embora interdependentes, são totalmente diferentes uma da outra, o que faz com que precisem ser trabalhadas separadamente e em sequência.

Parte do nosso trabalho consistiu em acompanhar, coordenar e orientar os debates em torno das atividades realizadas durante os dois semestres de 2011 com as turmas de Estágio Supervisionado II. Apesar de os conteúdos abordados na disciplina surgirem das demandas dos licenciandos em suas práticas nas escolas, alguns tópicos recorrentes perfizeram o debate. Apresentamo-los no quadro 2.

Tópicos de referências para as aulas de Estágio II
A contraposição entre a Física na formação e a Física da Atuação profissional
A problematização no ensino de Física
O planejamento das aulas
O papel da escola na sociedade: sentido político, cultural e econômico.
As mudanças sociais e os impactos na escola e no fazer pedagógico.
As imposições sistêmicas nas práticas educativas: eficiência, obrigações e resultados.
As heranças culturais do ensino de ciências: forma, conteúdo, metodologias etc.
Os compromissos com a tradição e com os modelos pré-estabelecidos.
Os critérios técnicos do fazer pedagógico: planejamentos, objetivos etc.
As dimensões política-ideológica da profissão e as condições profissionais.
A cultura científica, suas dimensões e os desafios da transposição didática.

Quadro 2 – Tópicos de referências para as aulas de Estágio II

Durante o 1º semestre de 2011, o pesquisador acompanhou também as atividades desenvolvidas na disciplina de História da Física, que tem carga total de 30 horas. O curso de História da Física teve como objetivo o estudo das origens e desenvolvimento das ideias, conceitos e teorias científicas, dentro do contexto social, econômico e cultural de cada época. Os estudos recaíram sobre textos históricos de fontes primárias e secundárias focalizando as “Grandes Sínteses” no processo de construção da Física: os fundamentos pré-científicos que predominaram até meados de século XVII, quando assumimos o pensamento aristotélico como a síntese do pensamento grego; a Física Clássica, apoiada no paradigma newtoniano que se estabeleceu entre os séculos XVII e XIX; e a Física

Moderna, apoiada no paradigma quântico-relativístico do século XX. Além disso, foram focos também as possíveis implicações e possibilidades de abordagem de aspectos da História da Física no Ensino Médio, atividade desenvolvida por meio de apresentações de seminários pelos licenciandos. O quadro a seguir mostra a programação proposta para esta disciplina.

Tópicos de referência para as aulas de História da Física
Introdução/Definição de critérios de avaliação/ Debate do plano da disciplina
A História da Ciência e seus usos na Educação
A Física e a Cosmologia de Aristóteles: uma síntese dos antigos gregos - De Aristóteles à Mecânica do Impetus
A Crítica Medieval à Dinâmica Aristotélica
A revolução Copernicana-Galileana e o nascimento da Física Clássica- Introdução Geral ao livro Comentarioulus de Nicolau Copérnico.
A revolução Copernicana-Galileana e o nascimento da Física Clássica- Introdução do Diálogo de Galileu-Galilei: O Diálogo e a Condenação.
Galileu e a Experiência de Pisa/Galileu e a Revolução Científica do Sec. XVII
Isaac Newton e o Triunfo da Mecânica
Mecânica Racional
Uma Nova Visão da História da Mecânica
As raízes socioeconômicas do Princípios de Newton
Evolução das ideias da Termodinâmica e da Mecânica Estatística
Origem e Evolução do Eletromagnetismo
A Física do final do sec. XIX: Modelos em Crise
Einstein e a Teoria da Relatividade
Teoria da Relatividade
O nascimento da Mecânica Quântica
Condicionantes históricos do surgimento da Mecânica Quântica
<u>Tópicos de referência para os Seminários</u>
O valor educativo da História da Ciência
Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino de Mecânica
Física Aristotélica: por que não considerá-la no ensino de Mecânica
Apresentação da tradução do Comentarioulus
Apresentação da 2ª Jornada do Diálogo
Apresentação da 2ª Jornada do Diálogo
Entrevista com Kepler: improvisando dentro de sala de aula
Prefácio de Cotes à 2ª edição do Principia – Livro I
Apresentação Geral do Principia- Livro I
Apresentação Geral do Principia- Livro I
Mayer e a conservação da Energia
O demônio de Maxwell
Contribuição do conhecimento histórico ao Ensino de Eletromagnetismo
Faraday e a era da eletricidade- Projeto Física
Mário Bunge e a utilização da História no Ensino de Ciências
As relatividades e os absolutos – A matéria – uma aventura do espírito
A intimidade quântica – A matéria – uma aventura do espírito
Estrutura Atômica e a Física Quântica – Pensando a Física
A invenção do conceito de Quantum de energia segundo Planck

Quadro 3 – Tópicos de referência para as aulas e seminários de História da Física

Para estabelecer uma relação de confiança com o grupo, o pesquisador apresentou-se também como professor de Física, revelando-se interessado nos problemas enfrentados nas práticas pedagógicas e no direcionamento da compreensão e construção da cultura científica na escola. A relação pessoal com eles prezou pelo amplo diálogo, oportunidade de fala, liberdade expressão e veracidade. Do ponto de vista prático, acordamos que em nossos encontros a turma sentaria em torno de uma mesa, perfazendo um círculo para facilitar as leituras, os debates e promover a democracia na expressão de cada um. Em geral, os textos e as atividades eram antecipadamente fornecidos, sendo que os momentos presenciais foram reservados aos debates e reflexões.

A experiência em si consistiu em investigar os processos vividos pelos licenciandos no “espaço” crido na interface das duas disciplinas (Esse HF) para articular conhecimentos pedagógicos e históricos visando a possibilitar melhor compreensão da cultura científica e, conseqüentemente, aprimorar sua transmissão no Ensino Médio. Tomando como base a ideia do ES como um momento de reflexão e análise sobre as práticas de sala de aula e sobre os fatores condicionantes delas, essa tarefa se configurou por dar suporte a um processo dialógico junto aos licenciandos com foco no contexto escolar e formativo, nos desafios a serem enfrentados antes e durante a atuação em sala, nas formas de transmissão do conhecimento científico, nas características e nas potencialidades da HF na compreensão da cultura científica. Esses aspectos foram tratados mais especificamente numa apresentação realizadas por nós aos licenciandos ao final do mês de maio de 2011. Nesse momento, os licenciandos também foram convidados a refletirem sobre a construção da cultura científica na escola e a se mobilizarem na direção da superação dos obstáculos colocados.

Já no início do mês de agosto de 2011 uma nova apresentação foi realizada por nós aos licenciandos. Reforçamos o que já havia sido concretizado na nossa trajetória prático-reflexiva sobre a construção da ciência na escola, e intensificamos o desafio da produção e aplicação de materiais com base nos conhecimentos de HF, previstos desde o início.

É interessante registrar que esses dois momentos foram marcados pelo interesse e concordância dos licenciandos com as propostas apresentadas pelo pesquisador, de forma que as intencionalidades da pesquisa se tornaram coletivas e

passaram a se materializarem no interior das duas disciplinas e em 12 encontros fora delas que ocorreram paralelamente entre o final do 1º semestre e início do 2º semestre de 2011. A atividade envolveu a leitura e o debate de alguns textos que foram sugeridos pelo pesquisador para a professora regente incluir nas disciplinas, como também envolveu outros textos que foram trabalhados nas reuniões em função das necessidades dos licenciandos. Todo esse processo consistiu em quatro momentos, sobre os quais passamos a discorrer.

O primeiro momento, focado nas aulas de ESII, teve um perfil mais pedagógico, representando a fase exploratória e de “ambientação” em que tanto o pesquisador quanto os licenciandos foram se inserindo dentro da proposta pedagógica e metodológica da disciplina. Ela consistiu em promover debates e reflexões sobre as influências da formação inicial nas concepções sobre a Física e seu ensino, sobre as percepções do contexto escolar e os problemas a ele relacionados e sobre as ações de planejamentos que antecederam a entrada em sala de aula. Três fatores são marcantes e delimitadores desse momento, sendo o primeiro deles referente ao fato de as concepções que subjazem a atividade profissional estarem limitadas às observações do Estágio Supervisionado I, quando os licenciandos foram para a escola, no ano anterior, para observar e não para atuar como professores regentes. O segundo fator refere-se ao fato de que a grande maioria dos licenciandos ainda não atuava nas escolas, pois os locais de estágio ainda estavam sendo definidos. Por fim, o terceiro refere-se ao fato de que a professora da disciplina e o pesquisador estavam convictos do papel positivo da “problematização” no ensino, dados referenciais nos quais se apoiavam. O olhar da pesquisa nesse 1º momento voltou-se à compreensão do contexto escolar, do contexto formativo e das problematizações do conhecimento no ensino, buscando-se relacioná-los com as características da cultura científica na escola. Em função das demandas dos licenciandos e objetivando ampliar os debates de interesse da pesquisa, dois textos foram sugeridos para serem lidos e debatidos, como pode ser visto no quadro 4.

Texto debatido	Foco do estudo	Contribuição formativa aos licenciandos	Estratégia utilizada	Onde ocorreu?
Objetos e objetivos no aprendizado da Física (Menezes; Hosoume, 1994)	Compreender como se manifesta a tradição nos conteúdos da Física ensinada	Compreender a tradição e despertá-los para a necessidade de justificação da Física	Leitura prévia para debate em sala	Estágio Supervisionado

		ensinada		
Problemas e problematizações (Delizoicov, 2001)	Compreender os significados de “problematizar” e debater as potencialidades e dificuldades no ensino de Física.	Produzir ensaios sobre como problematizar os conteúdos da Física, principalmente com elementos da HF	Leitura prévia para debate em sala	Estágio Supervisionado

Quadro 4 – Textos com perfil pedagógico utilizados no 1º momento

O segundo momento foi caracterizado pelo início das atividades dos licenciandos nas escolas e, conseqüentemente, pelo surgimento dos primeiros relatos por escrito das aulas, os quais descreviam as impressões e os desafios pedagógicos-metodológicos enfrentados nos processos de ensino/aprendizagem da cultura científica nas práticas escolares. Nas aulas de ESII foram intensificadas as reflexões baseados nesses relatos, procurando analisar as situações-problema apresentadas e procurando debater sugestões, de forma coletiva, em torno de possíveis caminhos para solucioná-las ou contorná-las. Ainda durante esse momento, nas aulas de HF foram debatidas possibilidades pedagógicas no Ensino Médio dos tópicos abordados. O que impulsionou, a convite do pesquisador, a formação de grupos fora das disciplinas, os quais seriam voltados ao debate das potencialidades da HF no Ensino Médio. Do ponto de vista da pesquisa, foi de nosso interesse observar nesses relatos como ocorreu a construção do conhecimento científico nas aulas, as tensões observadas nessa tarefa e os desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola.

O terceiro momento caracterizou-se pelos debates do potencial da História da Física no ensino, processo que envolveu reflexões sobre papel da HF na compreensão da natureza da ciência e sobre a visão dos licenciandos sobre como a HF se estabeleceu nos processos formativos e educativos vividos por eles. Também foram temas das reflexões os desafios envolvidos nas abordagens da HF no Ensino Médio.

Nas reflexões supracitadas tomamos como base dois tipos de referenciais, os pedagógicos, que evidenciavam a relação entre HF e ensino, e os históricos, que evidenciavam a relação entre HF e elementos da cultura científica. Os primeiros estão listados no quadro 5 e os segundos, no quadro 6.

Texto debatido	Foco do estudo	Contribuição formativa aos licenciandos	Estratégia utilizada	Onde ocorreu?
A história das ciências e seus usos na	Discutir o papel da HF no ensino	Debater as potencialidades da HF no ensino e selecionar	Leitura prévia para posterior debate	Nas aulas de HF

educação (Martins, 2006)		algumas características desejáveis para a produção e aplicação de textos históricos no EM		
Como compreender a ciência (Conant, 1960)	Estudar um modelo de caso histórico evidenciando personagens, mapeando o contexto e controvérsias interpretativas	Servir de modelo para construção do texto com perfil histórico	Leitura prévia para posterior debate	Encontros fora das disciplinas
Renewal of Case Studies in Science Education (Stinner et al, 2003)	Apresentar as definições e caracterizar um estudo de caso histórico	Contribuir para mapear o contexto da situação a ser abordada no texto histórico	Apresentação em Power point pelo pesquisador e debate com os licenciandos	Encontros fora das disciplinas
Frogs and Batteries (Klopper, 1966)	Discutir um exemplo em que se apresenta o contexto de controvérsias entre teorias concorrentes para interpretação do mesmo fenômeno	Evidenciar que as controvérsias tornam o enredo de um texto mais interessante. Fornecer algumas questões sobre a natureza da ciência que pudessem ser utilizadas nos textos históricos que seriam produzidos	Apresentação oral do pesquisador sobre o texto e debate das questões sobre a natureza da ciência e que foram traduzidas do texto	Encontros fora das disciplinas
Unidade 2 do livro Metodologia do Ensino de Ciências (Delizoicov; Angotti, 1990)	Debater o ensino de ciências e caracterizar os momentos pedagógicos (problematização; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento)	Perceber que uma ação pedagógica pode conter momentos distintos, contudo, articuláveis. Reconhecer como os aspectos históricos podem ser boas fontes de problematização do conhecimento	Leitura prévia para posterior debate	Encontros fora das disciplinas

Quadro 5 – Textos com perfil pedagógico utilizados no 3º momento

Texto debatido	Objetivo do estudo	Contribuição formativa aos licenciandos	Estratégia utilizada	Onde ocorreu?
Commentariolus Pequeno comentário de Nicolau Copérnico (Martins, 1990)	Debater a relação entre a matemática e os dados observacionais na ciência	A matemática tem um o papel na descrição dos fenômenos físicos, portanto, precisa ser melhor explorada com os alunos	Leitura prévia para posterior debate	Na aula de HF
Galileu e a Experiência de Pisa: a propósito de uma lenda (Koyré, 2011)	Discutir o papel da prova experimental na ciência	O experimento faz parte da cultura científica e isso precisa ser evidenciado. As controvérsias geram interesse pela Física	Leitura prévia para posterior debate	Na aula de HF e nos encontros fora das disciplinas
As Raízes Socioeconômicas do Princípios de Newton (Hessen, 1931)	Analisar as relações entre ciência e sociedade	A ciência é uma construção humana e, portanto, sofre influência do meio	Leitura prévia para posterior debate	Na aula de HF

		social, então o contexto precisa ser considerado.		
Uma Nova Visão da História da Mecânica (Cunha, 2011)	Investigar o caráter processual e coletivo da ciência	Evidenciar que a ciência é processual e construída por várias mãos	Leitura prévia para posterior debate	Na aula de HF
As teorias das Marés, segundo Galileu e Newton (Ponczek, 2002)	Discutir os erros dos modelos interpretativos na ciência	É necessário evidenciar que a ciência não é verdade inquestionável	Leitura prévia para posterior debate	Encontros fora das disciplinas
Faraday e a era da eletricidade (Projeto Física- Projeto Harvard)	Discutir as mudanças sociais proporcionadas pelos avanços da ciência e da tecnologia	A ciência como elemento da teia social também a transforma. Os conhecimentos produzidos pela ciência podem ter aplicações práticas importantes.	Leitura prévia para posterior debate	Na aula de HF e nos encontros fora das disciplinas
A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula (Silva; Martins, 2003)	Debater as relações entre crenças científicas e conhecimentos científicos apresentados nos textos didáticos	É necessário considerar as várias interpretações possíveis para o fenômeno estudado	Leitura prévia para posterior debate	Encontros fora das disciplinas

Quadro 6 – Textos com perfil histórico utilizados no 3º momento

Foram formados cinco grupos que, em função do tópico abordado em suas aulas nas escolas, escolheram dentre os temas abaixo para procederem a produção dos textos:

- 1) Grupo 1 (2 integrantes): As marés;
- 2) Grupo 2 (3 integrantes): O martelo e a pena (queda dos corpos);
- 3) Grupo 3 (1 integrante): O arco-íris (A teoria das cores de Newton);
- 4) Grupo 4 (2 integrantes): A indução eletromagnética em Faraday;
- 5) Grupo 5 (2 integrantes): Do fluido à energia (investigação histórica sobre a natureza do calor).

A elaboração e aplicação dos textos com viés histórico foram desenvolvidos tomando como referência os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov (1990): problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Fizemos também um guia para mapeamento do contexto histórico baseado nas diretrizes propostas por Stinner et Al (2003), o qual pode ser acessado no apêndice 5.

Na confluência desses dois referenciais o grupo definiu que o enredo do texto deveria ter a seguinte estrutura: problematização, organização e aplicação do conhecimento. No primeiro aspecto, seriam apresentadas questões e problemas, controvérsias entre ideias, preferencialmente de cunho histórico, que tivessem o

potencial de colocar em xeque as concepções de senso comum e/ou atrair a imaginação dos estudantes, abrindo espaço para debates e para uma investigação mais aprofundada sobre o tema. No segundo aspecto, de uma forma considerada interessante para o aluno, ampliaríamos a compreensão do problema explicitando o contexto socioeconômico, cultural e científico da época, caracterizando as diferentes interpretações para o problema e personagens envolvidos e evidenciando a conexão entre conceitos e ideias. Nesse momento também serão usados outros aspectos da cultura científica necessários para melhor compreensão do problema, como formalismo matemáticos, propostas de realização de experimentos, dentre outros. No terceiro aspecto, fecharíamos o problema inicialmente colocado apresentando a sua compressão pelas teorias atuais, explicitando as limitações dessas novas interpretações ou o seu poder de explicação de outras situações.

Nesta fase de produção de textos, procuramos considerar as várias dimensões constitutivas da cultura científica, buscando subsídios principalmente nos livros do professor e do aluno do Gref⁶, e no livro Física Conceitual, de Paul Hewitt⁷, além de fontes históricas primárias e secundárias para estudo da HF disponibilizados na Figura 3. A proposta do Gref e o livro Física Conceitual, particularmente, foram escolhidos por apresentarem caminhos que, do ponto de vista da forma e dos conteúdos, representam inovações, posto que essas novas possibilidades precisavam ser apresentadas e debatidas com os futuros professores.

Cabe ressaltar aqui que, parte dos alunos não sentiram segurança em produzir e aplicar os textos, fato que mereceu relevância em nossa análise. Somente os grupos 1 e 2 conseguiram finalizar os textos, o grupo 3 decidiu por planejar uma narrativa oral sobre os contextos históricos e os grupos 4 e 5 decidiram por fazer apenas referências à personagens e situações históricas, contudo, esses materiais não nos foram apresentados. Os dois textos produzidos podem ser acessados no anexo 1 e no anexo 2.

⁶Gref – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – constitui um grupo de professores das escolas públicas do Estado de São Paulo coordenados por docentes da Universidade de São Paulo que conjuntamente produziram no final da década de 80 um conjunto de três volumes de livros voltados para os professores de Física e publicados pela Edusp. Em meados de 2000, os trabalhos foram resgatados e um conjunto de lições direcionadas aos alunos foram elaboradas e estão disponíveis em <http://www.if.usp.br/gref/>.

⁷ Física Conceitual é um livro cujo autor, Paul Hewitt, explora os conceitos básicos da física de forma simples e clara, recorrendo a analogias e situações da vida real, permitindo o entendimento das equações e das fórmulas da física.

Finalmente, no quarto momento, defrontamo-nos com os desafios da nova possibilidade pedagógica avaliando junto com os licenciandos os textos produzidos e os enfrentamentos na produção e na aplicação em sala. Nesse período, entrevistamos também os grupos de licenciandos que não finalizaram a tarefa proposta, buscando subsídios para entender tal recusa.

CAPÍTULO 5 – CONCEPÇÃO DE PESQUISA, COLETAS DE DADOS E SISTEMATIZAÇÃO PARA A ANÁLISE

Apoiados nos fundamentos teóricos debatidos até aqui e motivados para encontrar possíveis caminhos para alimentar os debates sobre as questões que guiaram esse trabalho, neste ponto, explicitaremos nossa metodologia de constituição dos dados, apresentando a concepção de pesquisa norteadora de nossas ações, o contexto da pesquisa e seu delineamento, assim como, o enquadramento metodológico das análises.

5.1 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA PESQUISA

A investigação, de natureza qualitativa descritiva, foi desenvolvida com a participação do pesquisador nas atividades referentes a duas disciplinas enquanto estagiário de docência do Ensino Superior, sob orientação da professora regente Dra. Lizete Maria Orquiza de Carvalho, e, ao mesmo tempo, como pesquisador interessado em dialogar com os licenciandos, a partir dos problemas enfrentados por eles, enquanto professores estagiários regentes em escolas de Ensino Médio. Nossa intenção foi descrever os posicionamentos, impressões e sentimentos expressos pelo grupo de licenciandos ao debaterem sobre as possibilidades e desafios para a promoção da cultura científica na educação básica.

O trabalho voltou-se para o aprofundamento da compreensão que o licenciando possui de seus problemas a partir de suas próprias colocações, por um lado, buscando, coletivamente e de forma participativa, subsídios para possíveis caminhos a serem seguidos e, por outro, buscando, acima de tudo, condições para tomada de consciência por parte dos participantes, em torno da natureza e da complexidade dos planos impactantes que se impunham nas situações colocadas, tomando como base os referenciais teóricos apresentados.

Essa forma de investigação encontra ressonância nos referenciais adotados, mais especificamente no ideário emancipatório adorniano, que, para além da crítica transcendente, considera a dimensão imanente, em que elementos da subjetividade e as singularidades das próprias práticas humanas e seus determinantes históricos são investigados numa ação dialógica coletiva. Tais elementos são mobilizados pela compreensão do que aflora do próprio fenômeno vivido, ao buscar-se as razões que

oprimem os indivíduos e que os impedem de se autodirecionarem, mantendo assim o *status quo*. Esse sentido de investigação em que grupos debruçam-se sobre suas realidades para compreendê-las e transformá-las tem se mostrado promissora, principalmente na formação de professores, pois os auxilia no melhor entendimento dos planos que constituem e impactam a realidade educacional.

Dois aspectos precisam ser esclarecidos nesse tipo de investigação, sendo que o primeiro está relacionado aos resultados e à visibilidade das mudanças promovidas nos participantes. Por se tratar de um processo inacabado, contínuo e progressivo, não esperamos que as transformações ocorram num curto prazo. Defendemos que o “disparo” inicial é dado no intervalo de tempo de execução da pesquisa, e a postura de negação responsável permaneça recorrente no transcorrer da vida do indivíduo em suas relações com a realidade escolar.

O segundo aspecto está relacionado ao viés do pesquisador que, também como um participante da trama em que desenrola a pesquisa e a coleta de dados, influencia através da transcendência conceitual que motiva seu trabalho na definição dos problemas a serem focados e nos possíveis encaminhamentos para os problemas enfrentados. Esse aspecto foi minimizado com a conduta dialógica em que se valorizou a diversidade de posições, os diferentes níveis de conhecimentos dos participantes, suas histórias de vidas distintas e suas trajetórias formativas diversas. Portanto, o pesquisador, na posição de participante privilegiado e, dessa forma reconhecido pelo grupo, teve a prerrogativa de colocar suas posições sem imposição unilateral, assim como defendê-las como qualquer outro componente.

5.2 – CONTEXTO, COLETA DOS DADOS E DELIMITAÇÕES

As demandas acadêmicas dos próprios alunos, como choque de horários com outras disciplinas, ocasionou o desdobramento das turmas ESII e HF, as quais foram subdivididas em duas outras: turma 1 de Estágio Supervisionado (T1ES), turma 2 de Estágio Supervisionado (T2ES); turma 1 de História da Física (T1HF) e turma 2 de História da Física (T2HF). A T1ES, com aulas na segunda-feira, era composta por oito alunos dos quais somente sete permaneceram até o final, havendo, portanto uma desistência; da T2ES, com aulas na quinta-feira, participaram três alunos.

Do total de licenciandos das turmas citadas, sete estagiaram na Escola Estadual Urubupungá em Ilha Solteira, sendo quatro nas 1ª séries, três nas 2ª e dois nas 3ª séries do Ensino Médio diurno. Dois licenciandos realizaram estágio na Escola Técnica Estadual de Ilha Solteira-SP, em turmas de 1º ano do Ensino Médio e um estagiou na Escola Orestes Ferreira de Toledo em Palmeira do Oeste-SP, em turmas de 1º anos do Ensino Médio. Já a T1HF tinha sete alunos e a T2HF quatro alunos com aulas, respectivamente, na terças e quintas-feiras.

Os dados de nosso trabalho são provenientes do conjunto de materiais reunidos durante a realização e participação nas atividades que se desenvolveram em torno dessas duas disciplinas e nos encontros com os grupos para elaboração do texto histórico-problematizador proposto. Envolve as transcrições das gravações em áudio das falas dos participantes nas aulas de cada disciplina, totalizando 24 aulas de Estágios e 16 aulas de HF de cada turma, as anotações e observações do próprio pesquisador, os planejamentos das aulas realizados pelos alunos com a participação do pesquisador, 8 transcrições das falas dos encontros para planejamentos, dois textos de cunho histórico elaborados e aplicados pelos licenciandos durante a regência, a transcrição de uma entrevista semiestruturada com os alunos ocorridas ao final da disciplina HF e uma ao final da disciplina de ES e os relatos das aulas ministradas nas escolas postadas no Yahoo Grupos⁸. Em particular, esse último material foi o fio condutor dos diálogos nas aulas de ESII, pois possibilitou expor as ocorrências às abstrações teóricas fora de sala de aula, e isso permitiu analisar conjuntamente, num processo crítico-reflexivo, a atuação dos licenciandos em regência, de modo que cada um pôde compreender e melhorar sua atuação profissional e fazer os aprimoramentos necessários.

Tendo em conta a quantidade relativamente grande e da diversidade de dados coletados, a nossa análise recairá sobre os momentos mais significativos, os quais foram, no decorrer do processo, selecionados pelo pesquisador. Importante também salientar que havia alunos que cursavam História da Física e não cursavam a disciplina Estágio Supervisionado II, o que torna os dados referentes a esses alunos menos relevantes, uma vez que nosso interesse volta-se para a interface formação inicial e implicações na prática em sala.

⁸**Yahoo Grupos** é um gerenciador de lista de discussão pertencente ao Yahoo. Permite criar espaço para troca de mensagens relativas a um assunto específico ou para reunir um **grupo** de interesse comum em listas de discussão.

5.3 – SISTEMATIZAÇÃO PARA A ANÁLISE DOS DADOS

Em função das características dos documentos que reunimos na pesquisa que constituem nossos dados e considerando o arcabouço teórico que nos guiou até então, nossa opção metodológica para análise dos dados se dará pelos instrumentos disponíveis para análises de conteúdo.

Segundo Bardin (2009), esse tipo de investigação constitui-se pelo conjunto de técnicas para mapear indicadores nos processos comunicativos, com o objetivo de inferir sobre conhecimentos relativos às condições de produção dessas mensagens, sendo, portanto, uma negação da “magia” impregnada nas impressões primeiras e na leitura simples do real. Esse procedimento representa uma descrição analítica do conteúdo, uma busca interpretativa das causas e das consequências latentes nas mensagens.

Como instrumento científico, a análise preza pela sistematização e objetividade, fato que conduz a uma metodologia de organização das análises. Assim, com objetivo de lançar o olhar sobre a evolução do processo formativo, pelo qual passaram os licenciandos durante o ano de 2011, o interesse dela recai sobre os vários planos das relações possíveis entre sujeitos, no caso os licenciandos, e as forças sistêmicas, entre os sujeitos e as heranças culturais, entre os sujeitos e os conhecimentos específicos e entre os sujeitos e os fatores sócio-organizacionais.

Nesse sentido é que dividimos nossa análise em quatro momentos cronológicos, em correspondência com o que foi descrito no capítulo anterior, que, ao nosso entender, representam a totalidade dos dados de interesse no processo vivenciado, como indica a figura a seguir.

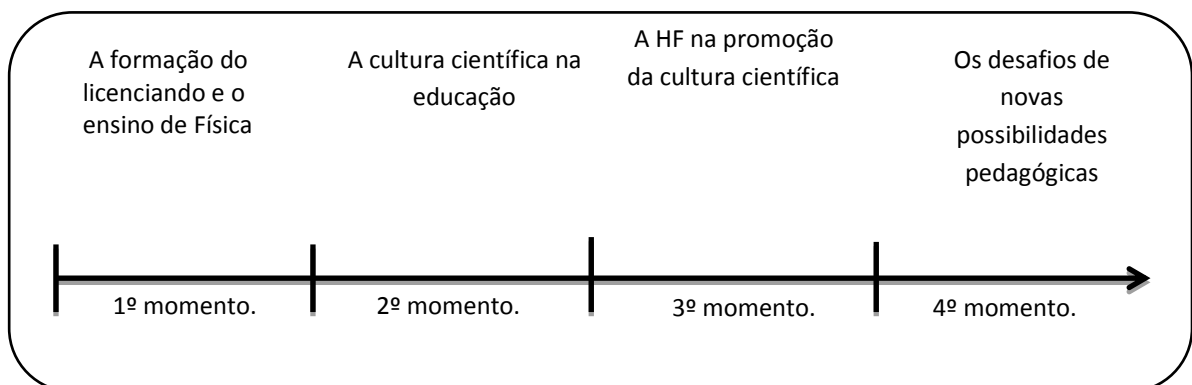


Figura 6 – Os momentos da análise

Operacionalmente, tomando como base a perspectiva proposta por Moraes (1999), o processo se iniciou com a leitura fluente do conjunto de materiais coletados para a seleção de episódios mais representativos. O passo seguinte foi subdividir os materiais em unidades de significado, baseando-nos ainda em critérios bem gerais de classificação. Para isso, subdividimos todo o material selecionado, marcando as partes com “tiras” de papel, que foram numeradas de acordo com critérios classificatórios previamente definidos.

A posterior leitura detalhada dos materiais permitiu a criação de critérios mais precisos e uma seleção mais refinada das unidades de análise, isto é, daquelas que garantissem a integridade do contexto. A esse conjunto de unidades contextualizadas chamamos de “momentos”. Conforme apresentado acima, cada momento versa sobre um tema e contém um conjunto de unidades de significado, as quais foram agrupadas em categorias e subcategorias temáticas, elaboradas segundo critérios semânticos, representando os significados expressos nas unidades consideradas. Numa etapa posterior, elaboramos quadros sínteses dessas análises descritivas para, em seguida, fazer a análise interpretativa, perfazendo a dinâmica mostrada na figura 7 que foi inspirada em Moraes (1999).

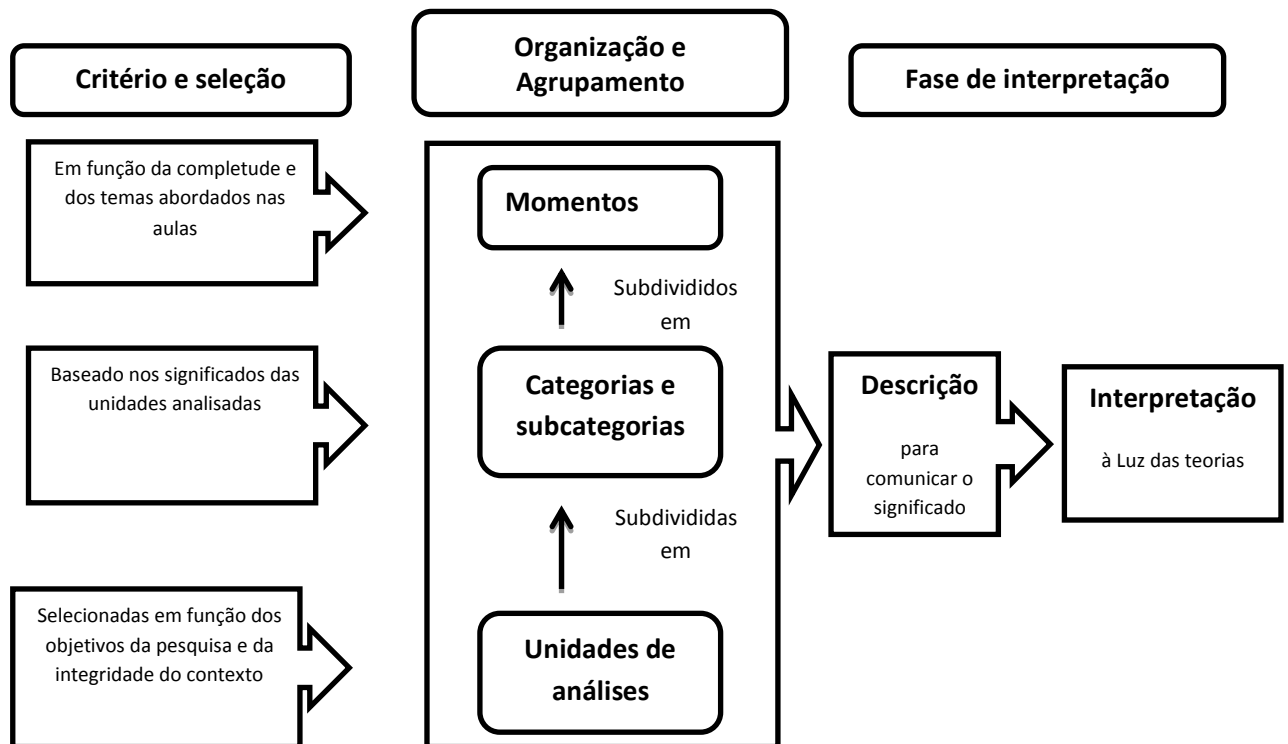


Figura 7- Dinâmica da análise dos dados

A análise foi realizada buscando elementos que pudessem contribuir para responder a seguinte questão de pesquisa: **Como se caracterizam as manifestações dos elementos condicionantes da ação dos professores nos processos vivenciados na interface HF/ES visando à construção da cultura científica na escola?**

Os desdobramentos dessa questão recaem sobre a formação e a atuação profissional:

- Como as forças coercivas direcionam a atuação do professor em formação?
- Qual o nível de compromisso dos professores em formação com as tradições do ensino de Física?
- Quais tensões foram observadas ao considerar os elementos constitutivos da cultura científica na preparação das aulas para o Ensino Médio?
- Quais as imagens dos professores sobre o papel da Física na formação cultural?
- Quais conhecimentos pedagógicos foram construídos nesse processo?

Portanto, caracterizou-se como **objetivo geral** do trabalho **avaliar o processo desencadeado na interface ES/HF visando à construção da cultura científica nas escolas tomando como base os fatores condicionantes da ação docente**. Já os objetivos específicos são:

- Identificar as manifestações dos principais fatores que impactam a promoção da cultura científica;
- delinear concepções dos professores sobre o processo de ensino/aprendizado da Física;
- mapear as principais dificuldades dos professores em abordar a natureza da ciência;
- produzir e avaliar materiais históricos com vistas à promoção da cultura científica nas escolas;
- identificar as concepções de natureza da ciência sustentadas pelos regentes em formação e como elas estão presentes em suas práticas de ensino;

- avaliar como a disciplina HF tem contribuído para a compreensão da natureza da ciência pelos regentes em formação e analisar qual a relevância que os professores atribuem à HF em sua atuação profissional.

Levando em consideração esses objetivos, a análise interpretativa de cada um dos momentos citado será apresentada no capítulo 6.

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, selecionamos trechos dos materiais coletados visando analisá-los para a sustentação do objetivo principal do trabalho. Em cada um dos quatro momentos considerados, selecionamos trechos que a nosso ver evidenciam como esses elementos se configuram na formação e na ação educativa, como foram compreendidos e, em alguns casos, como foram superados no decorrer do estágio.

Em cada momento da análise, faremos uma descrição da situação abordada e, em seguida, uma síntese descritiva das unidades de significado mais representativas das falas ou relatos dos licenciandos. Finalmente, faremos uma interpretação, tomando como base os referenciais adotados e as dimensões aprioristicamente definidas. As unidades de análise as quais se referem cada parte, assim como a análise descritiva, podem ser acessadas nos apêndices de 1 a 5.

6.1 – PRIMEIRO MOMENTO – A UNIFICAÇÃO DO GRUPO EM TORNO DE CONHECIMENTOS SOBRE A FORMAÇÃO E A EDUCAÇÃO

Este constitui um momento em que buscamos uma aproximação com o campo de pesquisa, com os envolvidos e suas expectativas. É o momento das impressões primeiras entre as partes envolvidas, indo do afloramento das angústias ao afloramento dos primeiros encaminhamentos para o desenvolvimento das atividades foco deste trabalho.

Essa etapa, que durou até meados do mês de maio, foi marcada por algumas situações que permitiram subdividi-la. Elas caracterizaram a visão inicial sobre a escola e a dinâmica do processo educativo ainda bem atrelado às concepções da trajetória formativa dos licenciandos e também de suas observações nas escolas no semestre anterior na disciplina de Estágio Supervisionado I. Com isso, consideramos esse momento como aquele em que os licenciandos expressaram mais sinceramente suas posições, crenças e angústias sobre o processo formativo, a educação e os desafios do planejamento da ação pedagógica.

Nesse momento, o pesquisador apresentou suas experiências com metodologias que pudessem ampliar o diálogo nas aulas e a necessidade da

reflexão sobre a ação pedagógica. Para a professora da turma essa foi uma ocasião de busca de entendimento das angústias dos licenciandos e de fazer-se entender na sua proposta de trabalho.

O despeito de não se referir especificamente à formação, parte das reflexões emergiu da leitura do texto “Objetos e objetivos no aprendizado da Física” (Menezes; Hosoume, 1994).

Nesse primeiro momento, dois aspectos foram significativos: as impressões dos licenciandos sobre o processo formativo e sobre a escola; e a problematização do conhecimento no ensino de Física. Ele é caracterizado por diálogos ocorridos durante a aula 1, aula 2, aula 6, aula 7 e aula 8 de Estágio Supervisionado. Sob cada um deles, construímos categorias temáticas que estão apresentadas na Quadro 7.

6.1 – Primeiro momento	
A unificação do grupo em torno de conhecimentos sobre a formação e a educação	
6.1.1- A impressão dos licenciandos sobre o processo formativo e sobre a escola	Categoria 6.1.1.1 As disciplinas da formação e o sentido do conhecimento
	Categoria 6.1.1.2 Percepções sobre a escola
6.1.2 – A problematização do conhecimento no ensino de Física	Categoria 6.1.2.1 O entendimento dos licenciandos sobre problematização
	Categoria 6.1.2.2 Necessidades e desafios para elaborar atividades problematizadoras do conhecimento

Quadro 7 – Visão geral do 1º momento da análise

6.1.1 – As impressões dos licenciandos sobre o processo formativo e sobre a escola

A categoria 6.1.1.1 refere-se às reflexões sobre o papel do estágio na formação identificadas por nós. Os licenciandos expressaram suas angústias com relação às experiências vivenciadas nas disciplinas da graduação nos três anos iniciais da formação, o que contribuiu para formação de suas concepções sobre a Física e sobre seu ensino. Na categoria 6.1.1.2, refere-se às percepções sobre a escola, destacando-se os aspectos organizacionais e a preocupação com os

impactos que isso pode ter na ação profissional. Eles puderam construir essa percepções nas observações realizadas nas escolas no Estágio Supervisionado I.

As unidades de referência selecionadas para essa parte, assim como a análise descritiva podem ser acessadas no apêndice 1.1. O quadro a seguir apresenta uma síntese descritiva do que comunica cada categoria.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.1.1.1 As disciplinas da formação e o sentido do conhecimento	Metodologias características das disciplinas do curso de licenciatura	<ul style="list-style-type: none"> há uma distinção marcante no curso entre as abordagens das disciplinas pedagógicas e das disciplinas “duras” na formação as metodologias das disciplinas do curso deveriam ser voltadas à formação do licenciando as disciplinas da parte “dura” do curso não são problematizadas na formação as metodologias não são diversificadas
	O sentido do conhecimento científico na formação	<ul style="list-style-type: none"> o conhecimento na universidade é dogmático e desprovido de sentido o processo de ensino e aprendizagem poderia apresentar a relação dos conhecimentos com o mundo real; os formadores devem voltar suas ações para a formação do licenciandos e não para a formação do bacharel; o professor da universidade não tem consciência que estão formando um professor.
	A importância da Física na sociedade	<ul style="list-style-type: none"> é importante para evolução social; ajuda no desenvolvimento intelectual do sujeito; nos torna mais conscientes do mundo tecnológico; é instrumento revelador do funcionamento e origem dos produtos tecnológicos; é importante culturalmente e intelectualmente.
	Percepções do ensino da Física	<ul style="list-style-type: none"> não podem se restringir à realização de exercícios devem ser abordado os aspectos matemáticos e conceituais as fórmulas simplificam demais a física e outros aspectos que deveriam ser abordados e não são
6.1.1.2 Percepções sobre a escola	A estrutura física	<ul style="list-style-type: none"> as escolas devem ter estrutura física boa e o ambiente deve ser organizado
	Regras na escola	<ul style="list-style-type: none"> as boas escolas têm regras e critérios a serem seguidos nas escolas consideradas ruins faltam regras mais explícitas e severas
	O ensino	<ul style="list-style-type: none"> deve ter um modelo de ensino bem definido

		<ul style="list-style-type: none"> • deve ter coordenação das atividades
	Seleção dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • nas boas escolas os alunos são selecionados em função de notas em exames
	Participação dos pais na educação do filho	<ul style="list-style-type: none"> • nas escolas consideradas ruins há pouca participação dos pais na educação dos filhos
	Impactos de problemas extra-escola	<ul style="list-style-type: none"> • nas escolas consideradas ruins existem muitos problemas paralelos aos problemas educacionais

Quadro 8 – Síntese descritiva das impressões dos licenciandos sobre o processo formativo e educativo

O entrecruzamento dos dados oriundos da realidade focalizada com perspectivas teóricas nos levou a considerar dois dos fatores propostos por nós como síntese dos condicionantes que impactam a atuação dos professores de Física: as heranças culturais e os fatores sócio-organizacionais.

Com relação às heranças culturais, as reflexões dos licenciandos caminharam no sentido de compreender “o professor que se é” considerando as condições e modelos aos quais foram submetidos durante suas trajetórias formativas, sobretudo, na universidade. Daí emergiram questionamentos sobre a tradição da formação que abordaremos a seguir.

Apesar das tendências de mudanças, a grande maioria dos cursos de licenciatura em Física ainda guardam heranças da formação 3+1, na qual o aluno é submetido a uma formação na “área dura” por três anos e por mais um ano, às disciplinas pedagógicas. Em Ilha Solteira, o currículo da Licenciatura em Física tem privilegiado as disciplinas pedagógicas, havendo inclusive um empenho contínuo dos docentes no seu aprimoramento. Além disso, permanece ainda uma maior concentração delas nos dois últimos anos do curso. Essa situação vai ao encontro do que denunciam os licenciandos quando adentram as disciplinas de estágio, sobre a formação do professor ser caracterizada pela marcante distinção entre as abordagens das disciplinas pedagógicas, ministradas por docentes que são pesquisadores em Educação Científica, e as disciplinas do ciclo básico, ministradas por docentes que desenvolvem pesquisa em “áreas duras” da Física. Há um consenso entre eles referente à falta de diversificação metodológica e da ausência de problematizações do conhecimento nas disciplinas específicas de Física, o que tem impacto em suas formações, considerando que veem em seus mestres e em suas metodologias um exemplo a ser seguido.

Para os licenciandos, pela forma como se caracteriza a cultura científica transmitida, é evidente tanto a falta de sentido dos tópicos abordados nas trajetórias universitárias como a desvinculação desses conhecimentos com o mundo. As disciplinas básicas das formações universitárias em Física, em geral, orbitam em torno de abstrações que são pré-estabelecidas, negligenciando-se, dessa forma, suas etapas de construção e elaboração. A falta de sentido da Física para os alunos, na visão de Hosoume, Kawamura & Menezes (1994), deve-se à desvinculação da Física com a natureza, ou seja, na formação a Física não tem sido apresentada como um instrumento para a compreensão do mundo.

É interessante notar que apesar de os licenciandos reproduzirem em suas aulas a tradição da Física a qual foram submetidos, eles reconhecem que a Física tem um papel importante na sociedade. Podemos observar esse estado de coisas nos quatro argumentos seguintes. O primeiro argumento consiste em considerar a importância da Física para a evolução social, porque sua compreensão pelo conjunto da sociedade pode contribuir para o enfrentamento dos desafios da modernidade. O segundo focaliza a importância da Física para o desenvolvimento intelectual do sujeito, presumindo que, ao apresentar-se como uma forma bem particular de conhecimento, pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades específicas no intelecto do aluno. O terceiro caminha no sentido de ela permitir uma consciência maior sobre o mundo tecnológico, o que levaria à compreensão das transformações científicas e tecnológicas pelas quais vem passando o mundo. Por fim, o quarto argumento consiste em considerar a Física como instrumento revelador da origem e do funcionamento dos produtos tecnológicos, ou seja, tem um caráter mais de curiosidade e utilitarismo.

Ao questionarmos sobre a importância de os licenciandos considerarem esses aspectos em suas práticas, em contraposição ao foco isolado nas abstrações do formalismo matemático, que predomina nas aulas, verificamos como é difícil para eles se distanciarem da tradição. Verificamos uma unanimidade discursiva no que se refere ao ensino de Física como sendo aquele que envolve muito mais do que simplesmente a manipulação de equações. Contudo, a inserção de outros aspectos poderia representar uma transgressão aos padrões pré-estabelecidos e compartilhados pela comunidade de professores de física.

Nas falas abaixo apresentadas, o licenciando BRU caracteriza a formação universitária e as dificuldades de afastamento da linha educativa por ela transmitida. Similarmente, RI reconhece que outros aspectos além de “fórmulas” poderiam ser abordados no ensino da Física, contudo não sabe como isso pode ser feito.

Bru- Nas aulas acho que não é somente ficar fazendo o aluno fazer exercícios. Aqui (na universidade) a gente é treinado para fazer o Halliday e é muito difícil sair dessa linha, mas quando a gente tenta fazer diferente a gente acaba voltando ao tradicional.

Ri- Parece que a fórmula simplifica demais a física, tem muitos aspectos que podem ser abordados e não são. Falta esse vínculo, mas é muito difícil fazer diferente.

Podemos perceber que há um desejo latente de “fazer diferente” e frisar, por exemplo, a construção dos conceitos. Mas a falta de clareza sobre como isso pode ser feito é o que gera medo e insegurança; condições psicológicas estas que, na visão Horkheimer (2008), conduz ao conformismo, favorecendo a manutenção da situação.

É importante destacar também as posições extremadas quanto às abordagens da Física. Negar o formalismo matemático em função da compreensão do mundo ou dos problemas de ordem social seria negar a própria construção histórica da ciência. Há que se reconhecer todos esses elementos como integrantes do que estamos chamando de cultura científica.

Com relação aos aspectos sócio-organizacionais, é flagrante, nas falas dos licenciandos, a correlação entre organização da escola e comportamento do aluno, observando-se um consequente impacto que isso teria na relação que os alunos estabelecem com o conhecimento. Segundo eles, a forma como a escola está organizada, a estrutura física, a forma como as informações são repassadas, o modo como se dá a articulação do grupo de professores, a organização da comunidade escolar e como as regras são difundidas são fatores que têm forte impacto num ambiente educativo.

Isso por si já sugere que a preparação dos licenciandos para atuação nas escolas não pode se resumir a meros aspectos metodológico-conceituais internos às disciplinas em sala de aula. É necessário fornecer possibilidades de discussão sobre a relação entre organização do espaço escolar e andamento do processo educativo. O que ficou evidente nas falas deles foi que nas escolas consideradas como boas há um modelo de ensino definido, uma boa estrutura, organização, regras e critérios. Aqui revelou-se um preconceito de que a maioria das escolas públicas são ruins,

atribuíram a presença de muitos problemas paralelos ao processo de aprendizagem. Na visão dos licenciandos, os pais não participavam da educação dos filhos. Assim também, para eles, as normas e a coordenação entre as ações, na escola, não eram tão evidentes, ou então simplesmente não existiam. Assim, já podemos antever a necessidade de o professor ser preparado para perceber a complexidade de uma escola real e perceber que sua ação não se restringirá somente a atuação em sala.

A comunidade escolar, que tem como membro o professor, precisa compreender o impacto que isso representa na formação dos estudantes na intenção de que se crie uma cultura de atuação democrática no sentido de debater e criar suas próprias regras e normas, divulgá-las amplamente e torná-las claras para todos os integrantes. Caso contrário, havendo imprecisão das condutas acordadas dentre os participantes da comunidade escolar, haverá a tão conhecida atmosfera do “tudo pode”. Contudo, é importante salientar que essas condutas precisam traduzir os anseios dos indivíduos que compõem o grupo escolar, não se restringindo a uma mera transposição de regras criadas por outros, quer seja um time gerenciador das atividades na escola, quer seja emprestadas de outro contexto, mesmo que seja de outra escola. A falta de um amplo debate pode levar à imposição de regras e também pode representar um fator negativo para o sancionamento das regras, uma vez que o grupo tende a reagir burlando as normas.

Referindo ao currículo oculto, àquele que não está explícito nos programas de ensino oficial, Giroux (1997) defende que na escola os estudantes aprendem bem mais do que habilidades cognitivas. Em outras palavras, nas experiências sociais vivenciadas na escola está implícito o aprendizado de normas, princípios de condutas e ideologias. Ele não deixa de mencionar também os cuidados que precisamos ter em compreender as forças sóciopolíticas e os valores culturais que subjazem os padrões de conduta para se evitar a reprodução “cega” dos padrões sociais aprovados, que, na maioria das vezes, escondem ideologias de classes.

Esse último aspecto pode ser observado no caso da escola técnica que, voltada para atender as necessidades do mercado e da indústria, vivencia ocultamente as condutas que satisfazem as necessidades mercadológicas, como a valorização dos aspectos técnicos do conhecimento, respeito às hierarquias, pontualidade e conformidade. A própria seleção para o acesso à instituição tem, ocultamente embutida, a segregação. Isso porque primeiro cria no imaginário do aluno que, na hierarquia do conhecimento, ele é superior a outros estudantes de

escolas públicas e segundo que nessa escola só se permite o acesso aos que tiveram êxito nos padrões definidos pelo sistema.

Além dos cuidados que devemos ter com o papel do currículo oculto em moldar os comportamentos dos indivíduos, precisamos considerar que lidamos com seres humanos falíveis, em processo de formação. Além disso, é preciosa a consideração também de que os problemas de disciplina e organização assentam-se em problemas estruturais mais amplos, tendo origem as desigualdades da sociedade de classe em que vivemos. Assim, não podemos permitir que as normas sejam reificadas em detrimento do processo formativo.

Desse modo, entendemos que o conhecimento profissional do professor precisa incluir reconhecimento e discussão sobre a dinâmica organizacional escolar e seus impactos na atividade educativa. Precisamos acima de tudo reconhecer a necessidade de participação coletiva na elaboração de regras e normas, a ampla divulgação e a reflexão sobre seus impactos na formação dos sujeitos e sobre a ideologia que a perpassa, a qual, muitas vezes, não se mostra evidente. O professor precisa ter responsabilidade social, pois isso faz parte da natureza de sua profissão.

6.1.2 – A problematização do conhecimento no ensino de Física

Tendo em vista a etapa de “planejamento das aulas” que viriam nos encontros seguintes, sob este aspecto focalizamos os debates ocorridos nas aulas 5 e 6 da turma I de Estágio Supervisionado II, voltando nossa atenção para a ideia de “problematização” do conhecimento. Nossa intenção foi promover reflexões sobre a educação tradicional e sobre as possibilidades das atividades educativas se darem num ambiente dialógico (Freire, 1982).

Tomando como base a leitura do artigo “Problemas e Problematizações”, de Demétrio Delizoicov (2001), em que o autor se coloca a favor da ideia de “problema” como gênese do conhecimento e de atividade de problematização como o eixo estruturador da atividade docente, debatemos distintos focos. Procuramos destacar as dificuldades inerentes a esse tipo de abordagem na escola real e as estratégias que podem contribuir para sua implementação. Consideramos também que a problematização com situações históricas poderia guiar a intervenção a ser proposta no Quarto Momento.

Da análise dos materiais coletados referentes a essas duas aulas, escolhemos duas categorias temáticas que sintetizam as principais ideias apresentadas. São elas: o entendimento dos licenciandos sobre problematização e as dificuldades em problematizar o conhecimento. O acesso às unidades selecionadas à análise descritiva pode ser feito no apêndice 1.2 e a síntese descritiva das categorias é apresentada no quadro 9.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.1.2.1 O entendimento dos licenciandos sobre problematização	Problematização no ensino das ciências	<ul style="list-style-type: none"> • problema que aguce a curiosidade do aluno; • mobilize a busca do conhecimento; • coloque em “xeque” as concepções iniciais; • envolva o levantamento das concepções alternativas dos alunos.
	O papel do professor no processo de problematização	<ul style="list-style-type: none"> • depende da forma como o professor coloca o problema; • exige que o professor discuta com os alunos.
	Problematização e contexto	<ul style="list-style-type: none"> • não existe um padrão de problematização a ser seguido, cada realidade tem suas questões específicas; • a problematização deve focar os elementos mais próximos possíveis do contexto dos alunos.
	Elementos da cultura científica com potencial problematizador	<ul style="list-style-type: none"> • a Física no cotidiano dos alunos; • a História da Física; • atividades experimentais; • conceitos da Física.
6.1.2.2 Necessidades e desafios para elaborar atividades problematizadoras do conhecimento	A problematização exige participação dos sujeitos envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • é difícil fazer o aluno participar e falar; • é difícil iniciar e dar continuidade ao diálogo; • para problematizar tem que se apresentar situações que tenham relação com a realidade do aluno; • os alunos querem saber logo da fórmula; • os alunos estão treinados na tradição e recusam fazer diferente.
	Metodologias baseadas na problematização são incompatíveis com a preparação para o vestibular	<ul style="list-style-type: none"> • o objetivo dos alunos está voltado para o vestibular; • o vestibular é balizador das metodologias; • o vestibular cobra um ensino mecânico voltado para realização de exercícios tradicionais;
	A problematização na formação	<ul style="list-style-type: none"> • as disciplinas da licenciatura não são problematizadas; • as abordagens das disciplinas deveriam ser exemplos de modelos metodológicos; • a licenciatura deveria focar mais as necessidades profissionais dos futuros professores.

Quadro 9 – Síntese descritiva da problematização do conhecimento no ensino de Física

Os tópicos apresentados nessa síntese conduzem à retomada de três dos fatores que condicionam a atuação dos professores: conhecimentos específicos, heranças culturais e forças sistêmicas.

O estabelecimento do primeiro desses três fatores, o conhecimento específico, consistiu no reconhecimento, por parte dos licenciandos, da importância da problematização no ensino das ciências, do papel do professor nesse processo, das relações entre problematização e contexto e do potencial problematizador de alguns elementos da cultura científica. O segundo, as heranças culturais, estabeleceu-se tanto nas dificuldades de fazer com que os alunos participassem dos diálogos exigidos no processo de problematização como na falta de exemplos na formação envolvendo esse tipo de metodologia. Já o terceiro fator, as forças sistêmicas, esteve presente na incompatibilidade de metodologias problematizadoras com as exigências do vestibular.

Nas descrições das subcategorias consideradas, os licenciandos associaram o processo de problematização a duas funções pedagógicas importantes no ensino de ciências: a motivação do aluno para o aprendizado do conhecimento científico e a promoção de questionamentos das concepções iniciais ou alternativas dos alunos. Consideraram também uma diversidade de problematizações em cada contexto e se atentaram para a necessidade de focar os elementos mais próximos do contexto dos alunos. Ainda que o contexto social tenha sido mencionado, observamos nas falas de alguns deles certa relutância em aceitar que problemas com foco social fizessem parte de aulas de Física. O trecho que segue, em que o pesquisador argumenta sobre a possibilidade do tema “trânsito” fazer parte de um problema a ser abordado nas aulas de Física no 1º ano do EM, é um exemplo disso:

Se- É, mas aqui é um local que todo mundo convive com isso, porque aqui todo mundo é pedestre ou é motorista ou conduz bicicleta, ou seja, como é que ficam essas relações? Talvez isso fosse um problema para atacar, um problema social.

Ri- Mas isso é como você disse, um problema social dentro de uma aula de física, mas eu falo assim problematização de conceitos mesmo da física.

Di- No caso da aula de Física, é mais no sentido dele buscar conceitos físicos, não é? Então qual problematização é a mais importante?

Nesse trecho, pudemos perceber uma tendência de valorização dos aspectos internos da Física, ou seja, uma problematização que emerge dos problemas específicos dessa área de conhecimento e que nela se estabelece. Apesar da importância dessa concepção, há que se considerar também problematizações que façam as ligações entre o conhecimento e o mundo real, que evidenciem a Física

dentro da teia social da qual faz parte. Na fala do licenciando DI, verificamos que o problema pode se estabelecer em dois focos distintos. Isso exigiu do grupo, incluindo a professora, o pesquisador e os licenciandos, a distinção entre problematização específica e problematização geral. O primeiro tipo de problematização ocorre quando abordamos um problema interno visando aos conceitos da Física, mais próximo do ideal problematizador bacharelariano. O segundo, o qual envolve um problema de ordem social que tenha relação com a Física, que busca fazer emergir conhecimento das relações da Física com a teia social, tem um sentido mais freiriano. Portanto, nos processos formativos visando ao conhecimento científico, cabe considerar essas duas dimensões, preferencialmente articulando-as.

Entendendo esse contexto, os licenciandos viram um potencial problematizador nas atividades experimentais, nos episódios relacionados à HF e também na Física do cotidiano do aluno. Aqui vale salientar as primeiras citações das possibilidades da HF como fonte de inspiração de diálogo em sala, o que surgiu provavelmente como um resultado dos debates iniciados na disciplina de HF, ao abordarmos as potencialidades desse conhecimento no Ensino Médio.

Os licenciandos reconheceram também que, nesse tipo de metodologia, o professor tem um papel que difere daquele atrelado às posturas ditas tradicionais. Em primeira instância, o professor precisa ter habilidade para saber colocar bem o problema ao aluno e, em segunda, precisa estar aberto a discussões. Isso pressupõe, na visão de Freire (1982), aqui defendida, o “diálogo”, o qual se assenta na busca pelo estabelecimento de uma interação entre professor e aluno na compreensão dos objetos de conhecimento e, por consequência, do mundo.

Em síntese, problematizar é então conferir sentido ao conhecimento e chamar o aluno para o conhecimento diante de suas dificuldades de interpretações das situações colocadas. Isso não significa que ele não vai aprender coisas bem específicas da Física. Pelo contrário, problematizar permite que mostremos o potencial da Física na compreensão do mundo e suas relações com os outros campos do conhecimento e com a sociedade. Na ação problematizadora há uma concepção de mundo e uma concepção pedagógica subjacentes, o que requer tomada de consciência dos objetos a serem conhecidos, que são geradores dos problemas considerados, pelos sujeitos envolvidos no processo educativo.

O reconhecimento do segundo dos três fatores, as heranças Culturais do ensino de Física, observamos as dificuldades dos futuros professores e de seus alunos em dialogar em torno do conhecimento, fato este que tem relação com as tradições dos processos formativos que privilegiam a ação mecânica em detrimento da ação reflexiva.

Num primeiro momento, os licenciandos atribuíram dificuldades relacionadas às metodologias problematizadoras ao fato de os alunos não se interessarem em participar delas, eximindo-se então da responsabilidade do diálogo. Na perspectiva freireana, esse posicionamento se justifica pela dinâmica vertical e bancária que predomina nas relações entre professores, alunos e os conhecimentos, dentro da maioria das salas de aula. Tais relações são baseadas na passividade, o que impede que o indivíduo se perceba nesse processo. Relações dessa natureza não despertam no aluno a necessidade de eles se tornarem sujeitos do processo educativo, impedindo a expressão autêntica, que, por meio da palavra, mostre o real envolvimento e reflexão para o desvelamento das relações homem-mundo, que é o que possibilita o sentido do conhecimento (Freire, 1982). Dessa forma, sobressai-se o que Freire (1982) chama de “cultura do silêncio”, em que o autêntico diálogo, fundamental para percepção de si dentro do processo educativo, é suprimido. Na cultura do silêncio não há o que falar e questionar. Torna-se natural a inferioridade imposta, assume-se que o conhecimento que está sendo transmitido é correto e neutro, reconhece-se a superioridade e autoridade daqueles que o elaboraram. Isso configura, por assim dizer, um processo semiformativo dentro da perspectiva adorniana, o que justifica o aluno querer logo a fórmula, como citado pelos licenciandos.

Embora o silêncio prevaleça, foi observado que quando o processo dialógico é “disparado” os alunos querem participar, ou seja, existe um desejo latente de se expressar. O trecho que segue evidencia isso:

Se- Ou seja, problematizar é fácil, o difícil é fazer ter participação?

Fel- É fazê-los participarem, eu acho que é isso...

Bru- Que é o começo da problematização né...

Fel- Depois que um começa falar o outro também empolgou, acho que aí deslancha e cada um quer falar um pouco, mas enquanto ninguém fala isso é muito complicado.

Bru- Mas acho que se trouxer algum assunto que faz parte da vida dele, do cotidiano, ele vai com certeza vai tentar falar alguma coisa. Alguma coisa da realidade da vida dele ele vai trazer num diálogo, eu acho que começa por aí a questão de transformar um problema em uma problematização.

Deste trecho podemos inferir que os processos de problematização vão além da habilidade do professor em relacionar os conteúdos da Física com a realidade dos alunos. É condição indispensável saber apresentar coerentemente essas relações e desenvolver uma competência dialógica que, segundo Villani (1999), consiste essencialmente em saber escutar o aluno e conduzi-lo até que ele se posicione pessoalmente frente ao conhecimento.

O desenvolvimento de tais habilidades tem sido dificultado, na visão dos licenciandos, pelas características do processo formativo aos quais foram submetidos na primeira etapa da graduação que, desprovido de problematizações do conhecimento, não pode agora servir de exemplo a ser seguido dentro dessa proposta metodológica para o EM. Daí vêm as insatisfações observadas em suas falas sobre a necessidade de uma reprogramação desses cursos de formação, de modo a contemplar mais efetivamente as necessidades profissionais dos futuros professores.

Podemos inferir também que nas falas dos licenciandos há uma tendência de transferência da “responsabilidade” de os processos não serem dialógicos ao aluno. Assim, consideremos a fala de um dos licenciandos: “Acho que o maior problema não é a problematização em si, mas seria eles (os alunos) falarem e participarem dos debates...”. Para nós, isso está atrelado a uma condição psicológica que, em geral, é assumida para se evitar que uma determinada tarefa seja proposta de modo a alterar um procedimento padrão, já conhecido e consolidado. Para Horkheimer (2008) a ação humana está condicionada ao caráter típico do grupo, que, nesse caso, trata-se do grupo de professores, o qual surge do entrelaçamento das forças das instituições, dos hábitos, dos costumes e das filosofias reinantes. Portanto, uma investigação imanente dessa situação deve considerar que tanto os licenciandos como seus alunos têm uma formação que recusa a problematização e o diálogo. É uma condição que se coloca para eles e que é transmitida nas suas formações. Essa condição psicológica tem características de fuga da tarefa nova, dado o esforço psicológico exigido, a disponibilidade de tempo e a possibilidade da recusa por parte do aluno, não acostumado com esse tipo de tarefa. Além disso, envolve também o medo de proceder de forma diferente do padrão dominante entre os

professores e ainda ter que lutar contra a estruturação sistêmica que não abre espaço para esse tipo de procedimento.

Associadas ao que foi posto no parágrafo anterior, as metodologias dialógico-problematizadoras também têm sido dificultadas pelos compromissos sistêmicos assumidos pela educação. Nesse caso específico, os licenciandos citaram as provas de vestibulares que foram assumidas como o objetivo principal dos professores e alunos no ensino médio. O trecho da fala de um do licenciando ED retrata bem essa situação

Ed- Eu acho que fica complicado a problematização, principalmente no ensino de física. Essa cobrança que o vestibular tem do aluno, não precisa saber problematizar e sim saber aplicar a física àquele problema (exercício), ele não precisa saber os conceitos que estão envolvidos no problema, basta que ele saiba aplicar. Vestibular hoje em dia cobra muito isso dos alunos.

Assim sendo, os professores balizaram suas ações pedagógicas no tipo de ensino que focam resoluções de exercícios do tipo cobrado nesses exames, e os alunos, cientes da ação mecânica que a maioria dessas questões, requerem, focam nas substituições de dados em fórmulas. Isso se mostra um tema de interesse na formação, primeiro porque é impactante no processo educativo e, segundo, porque o perfil dessas provas está mudando.

6.2 – SEGUNDO MOMENTO – OS LICENCIANDOS E A CULTURA CIENTÍFICA: A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA SALA DE AULA DE FÍSICA

Nesse segundo momento, nosso objetivo voltou-se para a compreensão de como alguns elementos da cultura científica são transmitidos e se estabelecem no Ensino Médio. Procuramos captar as concepções de ciência transmitidas nas aulas, as discrepâncias epistemológicas decorrentes delas, os fatores que tem se mostrado como empecilhos na abordagem da Física e as exigências de controle das turmas que têm favorecido atividades mecânica-disciplinadoras nas aulas de Física.

Essa fase se caracterizou pela inserção de relatos no Yahoo Grupos, pelos próprios licenciandos, revelando suas impressões, angústias e desafios na atuação na escola. Esses relatos serviram de combustível para os debates realizados nas aulas de estágio, proporcionando reflexões para busca de entendimento e possíveis caminhos para o enfrentamento das situações-problema colocadas para o grupo. Portanto, nesse momento da análise, os relatos dos licenciandos serão nossa

principal fonte de dados juntamente com trechos das transcrições da aula 13 de ES turma I e aula 11 de ES turma II.

Os relatos das duas turmas de Estágio Supervisionado foram agrupados semanalmente seguindo a ordem cronológica em que foram apresentadas no Yahoo Grupo perfazendo um total de 18 grupos de relatos dos quais elegemos os mais significativos. Portanto, quando nos referirmos a um “relato” estamos na verdade falando de um conjunto de relatos de vários licenciandos reunidos numa semana. Por exemplo, o relato 1 reúne o conjunto de relatos da semana 1, o relato 2 o conjunto de relatos da semana 2 e assim sucessivamente.

Precisamos considerar também que nem sempre foi possível relatar as aulas na mesma semana em que eram ministradas, portanto, não existe uma correspondência exata entre o grupo de relato com a semana de desenvolvimento da disciplina de Estágio. Esse critério de agrupamento foi adotado para facilitar a organização e análise dos conteúdos dos relatos. As unidades de referências para o 2º momento podem ser acessadas no apêndice 2.

Nesse conjunto de dados, percebemos três enfoques de interesse: a construção do conhecimento científico na aula; as tensões nas abordagens da Física no Ensino Médio; e os desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola. O quadro que segue mostra cada parte com as respectivas categorias que emergiram delas.

6.2 – Segundo Momento	
Os licenciandos e a cultura científica: a construção do conhecimento científico na sala de aula de Física	
6.2.1 A construção do conhecimento científico em aula	Categoria 6.2.1.1 As relações entre o teórico e o real na construção do conhecimento científico
	Categoria 6.2.1.2 A problematização e o dogmatismo na transmissão do conhecimento científico
	Categoria 6.2.1.3 As atividades experimentais e a construção do conhecimento científico
	Categoria 6.2.1.4 A matemática na construção e transmissão do conhecimento científico
6.2.2 Posturas profissionais e as tensões na construção do conhecimento	Categoria 6.2.2.1 Os sujeitos do processo educativos apresentam distintos níveis de compreensão do conhecimento científico
	Categoria 6.2.2.2 Dificuldade de compartilhar responsabilidades

	na busca pelo conhecimento
	Categoria 6.2.2.3 O dimensionamento do planejamento idealizado da aula
6.2.3 Desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola	Categoria 6.2.3.1 Foco nas atividades disciplinadoras e de controle
	Categoria 6.2.3.2 Interferências externas no processo de ensino/aprendizagem da Física
	Categoria 6.2.3.3 Respostas às demandas sistêmicas e curriculares

Quadro 10 – Visão geral do 2º momento da análise

6.2.1 – A construção do conhecimento científico em aula

Esse item tem como objetivo expressar o processo de construção e transmissão do conhecimento científico nas aulas e por consequência as imagens de ciência que subjazem o imaginário dos aspirantes a professores. As unidades selecionadas para esse episódio são as que melhores representam cada uma das categorias e foram retiradas do grupo de relatos 2, 3, 4, 5, 8, 14, 16,17 e de parte das transcrições das aulas 13 de ES turma I e 11 de ES turma II. Os dados revelam quatro categorias temáticas que expressam as imagens de ciências que foram recorrentes nos relatos das aulas dos licenciandos.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.2.1.1 As relações entre o teórico e o real na construção do conhecimento científico	A consideração do cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> • predomina a necessidade de relacionar o conhecimento com o dia a dia do aluno; • há preocupação em valorizar as aplicações do conhecimento;
	A relação entre o teórico e o real	<ul style="list-style-type: none"> • predomina a ideia de que a realidade ilustra e justifica a abstração científica; • em geral, a construção do conhecimento ocorre da abstração para a realidade; • há dificuldade em explicar a distinção entre o modelo interpretativo e a realidade; • dificuldade do licenciando em distinguir conceito, definição, princípio e modelo na ciência;

<p>6.2.1.2 A problematização e o dogmatismo na transmissão do conhecimento científico</p>	<p>Questões e problemas na transmissão do conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • a construção problematizada do conhecimento aumenta a participação do aluno; • a contraposição da visão dos alunos com a visão científica permite ampliar a compreensão dos fenômenos;
<p>6.2.1.3 As atividades experimentais e a construção do conhecimento científico</p>	<p>A transmissão dogmática</p>	<ul style="list-style-type: none"> • novos tópicos se desencadeiam por uma necessidade lógica interna dos conteúdos; • a imposição do viés quantitativo desvirtua debates e a compreensão dos conceitos da Física. • novas proposições científicas são impostas sem justificativas ou debate de sua validade e origem.
<p>6.2.1.3 As atividades experimentais e a construção do conhecimento científico</p>	<p>O papel da atividade experimental nas aulas de Física</p>	<ul style="list-style-type: none"> • tem uma função motivacional; • com o experimento, pode-se comprovar na prática a teoria; • permite a "visualização" e demonstração de princípios. • contribui nas discussões para compreensão de determinados tópicos da Física;
<p>6.2.1.3 As atividades experimentais e a construção do conhecimento científico</p>	<p>Dificuldades no desenvolvimento das atividades experimentais</p>	<ul style="list-style-type: none"> • a concepção de atividades experimentais da graduação, como as únicas referências desse tipo de atividade para o licenciando, tende a ser replicada para o Ensino Médio e, diante das dificuldades encontradas acabam sendo desvalorizadas; • o laboratório é um local diferente da sala de aula, mas a estrutura dos laboratórios é precária ou inexistente nas escolas; • não existe pessoal de apoio para organização e elaboração dos experimentos.
<p>6.2.1.4 A matemática na construção e transmissão do conhecimento científico</p>	<p>A Física centrada na dimensão quantitativa do conhecimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • as listas de exercícios quantitativos são os principais instrumentos utilizados nas aulas de Física; • o professor toma sua experiência na graduação como referência para propor atividades quantitativas para o Ensino Médio; • as demonstrações de equações da Física sobrepõem o estudo mais aprofundado das relações funcionais entre as grandezas envolvidas; • apelo ao processo mecânico de repetição como uma tentativa de fazer o aluno acostumar com os procedimentos da Física realizando exercícios similares ao realizado pelo professor, mas mudando-se os dados. • difunde a visão que a Física é a substituição de dados em equações e a obtenção de um resultado preciso. Isso tem dificultado as discussões qualitativas e interpretativas dos fenômenos.

	<p>Enfrentamentos da falta de conhecimentos em matemática</p>	<ul style="list-style-type: none"> • os alunos não conseguem interpretar o enunciado dos exercícios; • diante da falta de resposta satisfatória na resolução dos exercícios, o professor resolve-os para os alunos; • é necessário preparar o alunos em: unidades das grandezas envolvidas, substituição dos dados em equações, operação de multiplicação, isolamento de variáveis, multiplicação de fração, propriedade distributiva.
--	---	---

Quadro 11 – Síntese descritiva da construção do conhecimento científico em aula

No geral, a construção do conhecimento científico em sala de aula se deu dentro da configuração tradicional de ensino, em que predominaram as abordagens focadas nos aspectos matemáticos da Física, a relação verticalizada de ensino e os compromissos com a tradição curricular. Poucas referências foram feitas às atividades experimentais e às dimensões interpretativas da natureza da ciência, especialmente os aspectos históricos.

Entretanto, constatamos que houve uma preocupação em relacionar a Física com o cotidiano dos alunos, como podemos perceber na unidade abaixo em que MAU tenta “aproximar” os conteúdos da Física de situações conhecidas dos alunos.

Relato 5 – Mau – Comecei a passar transferência de calor fazendo alguns desenhos e escrevendo no quadro negro e discuti com os alunos a respeito da condução, convecção e radiação. A aula foi pautada em CTSA [Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente] e apesar de [eu] não ter planejado a explicação do conteúdo se tornou mais fácil quando no final abordei o funcionamento do micro-ondas, efeito estufa, aquecimento global, ventos e outras curiosidades científicas relacionadas ao tema.

No trecho citado percebemos que predomina a ideia de que a realidade ilustra e justifica a abstração científica. Para o licenciando, a busca por exemplos de aplicação dos conteúdos pode garantir mais significado desse conhecimento por parte dos alunos. Contudo, a fonte de inspiração para o conhecimento não foi o mundo e sim o próprio conteúdo da física previsto nos currículos. A ida ao “mundo”, nesse caso, teve apenas o objetivo de buscar abrandar a complexidade abstrativa do tópico abordado. O mundo não foi inspirador do conhecimento, o vetor epistemológico, pronunciado por Bachelard (1978) aponta do abstrato para o real, sendo que o sentido contrário não foi claramente evidenciado. Essas características foram predominantes na maioria significativa dos relatos em que os exemplos do cotidiano foram trazidos. Em nenhum momento, os licenciandos partiram de fato da discussão dessas situações. Na verdade elas foram sempre apresentadas perfazendo uma relação muito fraca com o conteúdo, com uma função meramente ilustrativa.

Podemos constatar também que há uma grande confusão na distinção entre conceitos, princípios e definições e isso indica que na formação esses aspectos precisam de mais atenção. Um exemplo nesse sentido, pode ser visto no relato 4, em que o licenciando MA, ao analisar uma situação da colisão entre dois patinadores, afirma que introduziu o “conceito” de conservação da quantidade de movimento, quando na realidade estava querendo falar de um “princípio” fundamental da Física que se relaciona com a homogeneidade do espaço. Vejamos parte do relato.

Relato 4 – Ma - [...] Assim pude falar do caráter vetorial da quantidade de movimento apresentando uma situação onde dois patinadores colidem frontalmente e param após o choque. Calculei a quantidade de movimento antes e depois para cada patinador assim como a quantidade total de movimento. Notamos que a quantidade total antes e depois eram iguais, assim foi possível introduzir o conceito de conservação da quantidade de movimento.

As definições, conceitos e princípios apesar de serem comuns na Física não são devidamente distinguidos dentro da tradição. Em geral, nos acostumamos com esses termos e não procuramos justificção para eles. Isso convoca-nos para dar mais atenção às dimensões da natureza da ciência dentro da formação.

Nas tentativas de relacionar o conhecimento com o cotidiano na ação do licenciando, constatamos a falta de um debate mais amplo do que é modelo teórico de explicação da realidade e a realidade em si. Vejamos o exemplo que segue.

Relato 16 – Pha – Nessa aula dei continuidade no conteúdo e tratei sobre a Corrente Elétrica. Pedi para uma aluna ler e comentar o que havia entendido do texto, após pedi que outro aluno explicasse a diferença entre um fio que estivesse ligado na tomada para outro desligado.

É obvio que o objetivo por trás do relato de PHA é que o aluno fizesse uma análise microscópica do fio ligado na tomada baseada no Modelo Clássico de Corrente Elétrica em contraposição ao fio desligado. Porém faltou esclarecer ao aluno que, a rigor, não há diferença sensível entre os dois, a menos de um aquecimento. A consideração do fio aparece então como maneira de pensar que é própria do racionalismo (Bachelard, 1977), na medida em que é real e teórico ao mesmo tempo, de modo que os dois fios se mostram aos sentidos da mesma maneira, mas do ponto de vista de um modelo teórico podem apresentar diferenças significativas. Explorar essa distinção entre o real e a construção racional sobre ele pode fazer o aluno compreender melhor a ciência e diminuir o dogmatismo presente no ensino de Física.

Apesar de os aspectos tratados até então fazerem parte da relação dos licenciandos com conhecimento expresso em suas dimensões pedagógicas (transmissão da Física) e matéria de ensino (construção do conhecimento científico), não podemos deixar de reconhecer que subjazam aos relatos relação com aspectos do fator Heranças Culturais da tradição do ensino de Física na formação e no ensino.

A mesma relação de aceitação inquestionável da tradição percebemos também na transmissão dogmática do conhecimento que ocorre de forma hegemônica nas aulas ministradas nas escolas, aspectos, que dentro da concepção freiriana, é uma manifestação da postura bancária no ato de exercer a prática pedagógica (Freire,1978). Mesmo que reconheçam a importância e até mesmo defendam a problematização como parte da ação pedagógica, na prática dos licenciandos, há o predomínio das relações verticais em que o mestre “deposita” os conteúdos aos alunos num nível de interlocução bem reduzido. Nos trechos das unidades que segue, os conteúdos da Física são apresentados sem uma justificativa adequada, são impostos pela necessidade lógica interna à própria ciência, sem espaço para questionamentos.

Relato 14 – Mau – Para dar continuidade a termodinâmica e entrar na parte conceitual da primeira e segunda lei, resolvi passar para os alunos a Lei de Boyle-Mariotte. Desenhei no quadro negro cilindros contendo ar dentro. Discuti com os alunos o que aconteceria se o êmbolo fosse forçado a descer, depois de apresentarem algumas ideias, disse a eles que a temperatura deveria permanecer constante e pedi que fizessem uma relação com a pressão. Chegamos à conclusão que quando o volume varia a pressão também varia se a temperatura permanece constante e que pressão vezes o volume é uma constante.

Relato 4 – RO – A aula de hoje foi no 1ºB e dei continuidade ao conteúdo de MUV. Tentei discutir com eles o conceito de aceleração e a função horária da velocidade. Então demonstrei a equação horária da posição para esse tipo de movimento e novamente percebi a grande deficiência em matemática que os alunos possuem, pois as principais dúvidas que surgiram eram em relação a conceitos matemáticos e não a conceitos físicos.

No caso do licenciando MAU, o aspecto dogmático esteve na imposição aos alunos de sua confiança na ciência, uma vez que apresentou uma relação teórica entre macro e micro estados sem adicionar nenhuma justificativa e sem realizar nenhuma contraposição experimental ou lógica. Nem mesmo discutiu o caráter idealizado da lei apresentada, algo que poderia trazer uma compreensão melhor sobre as relações entre as grandezas apresentadas. As expressões “eu disse a eles” e “chegamos à conclusão” são manifestações de dogmatismo.

Já no trecho referente ao licenciando RO, percebemos que sua aula centrou-se na demonstração da função horária de modo que a justificativa do conceito de

aceleração foi pouco valorizada. Isso se traduziu no ato de “discutir” com os alunos, ação que tende a se caracterizar como um monólogo dentro da tradição do ensino. Portanto a preferência pelo viés quantitativo, dessa forma, desvirtua os debates e a compreensão dos conceitos da Física. Não foi por acaso que os estudantes tiveram dúvidas de entendimento da equação e não do conceito de aceleração, que era algo muito mais abstrato.

Todavia, é interessante notar que as discussões sobre a problematização do conhecimento realizadas nas aulas iniciais de ES começaram a surtir efeito nas atitudes de alguns licenciandos, afastando-os da tradição do ensino. Em parte da unidade apresentada abaixo isso pode ser percebido na forma mais dialogada com que o licenciando FEL abordou o tópico “movimento”.

Relato 1 – Fel - (...) então pedi a eles que falassem sobre o que é o movimento, o que é necessário para se movimentar?. Muitos ficaram em silêncio, mas alguns alunos começaram a falar de vários exemplos. Então tentamos relacionar esses movimentos com o que era necessário para eles que eles ocorressem. Ex nadador- água; passarinho- ar. Sempre tentando fazer com que eles participassem da aula peguei alguns exemplos para aprofundamento e perguntei: o que é preciso fazer para nadar? Os alunos disseram que era necessário mexer os braços, ter fôlego, saber boiar, etc. Então eu perguntei: mas quando mexe os braços o que acontece? A resposta mais comum foi: ele bate na água e empurra a água para trás. (...). Pequei o exemplo da bola citado anteriormente pelos alunos e tentei fazer o mesmo, questionei o que é necessário para ela se movimentar. Os alunos disseram que ela entra em movimento com um chute. Então eu disse que quando algo em movimento bate em algo parado há uma transferência de movimento. Enfim, foi fazendo novas perguntas até determinamos que para que haja início de um movimento tem que haver interação. Depois sugeri que eles pensassem em quais objetos interagem nos mais variados movimentos.

É notório o interesse e a participação dos alunos quando se abre o espaço para que se pronunciem e considerem suas respostas. A problematização permite que o aluno perceba as limitações de suas visões sobre o mundo, em geral, ligados ao sensível imediato, chamando atenção para aspectos eclipsados como as interações entre corpos para que ocorram os movimentos. O diálogo em torno de situações corriqueiras permitiu ampliar a visão sobre os movimentos, identificando regularidades aplicáveis a um maior número possível de exemplos, o que se caracteriza como um objetivo da ciência.

Um conhecimento pedagógico importante na construção dialogada é a precisão da questão apresentada que, no caso de referência, consideramos deficiente pela imprecisão de conduzir a uma variedade de respostas amplas demais e todas cabíveis. Por exemplo, ao perguntar o que é necessário para nadar e obter respostas como boiar, ter fôlego é perfeitamente aceitável. Uma pergunta focando

os elementos envolvidos para que ocorram movimentos na água teria uma possibilidade de respostas mais condizentes com objetivo na aula.

Um aspecto que vale nota na construção do conhecimento científico é a importância do papel das experiências e das observações. Por meio delas foi possível avanços consideráveis na ciência, desvinculando-a do pensamento especulativo pré-científico e abrindo caminho para relações mais elaboradas entre as teorias e os fatos. Dessa maneira, os fatos passam a fazer sentido, do ponto de vista científico, quando são devidamente interpretados pelas teorias. É nessa dualidade racionalismo-empirismo que Bachelard (1978) entende que se assenta o espírito científico.

Para Bachelard (1977), o real, ou empírico, deve ser levado em consideração, mas o conhecimento científico não se estabelece somente nele. Há um movimento dialético em que o pensamento constrói a realidade que, por sua vez, constrói o pensamento. Essa relação, segundo Heisenberg (1969), foi bastante alargada na ciência produzida do final do século XIX em diante, de modo que os fatos observados à luz dessas novas teorias não têm correspondências no mundo sensível.

Dada a relação teoria-fatos como um ponto basilar da ciência, considerado inclusive por certas linhas filosóficas como um dos critérios de demarcação entre a ciência e a não ciência, é de se esperar que essa relação também esteja presente em seu ensino, apesar de seus distintos papéis na construção do conhecimento científico no seu ensino.

Entretanto, nos relatos das aulas, este aspecto esteve pouco presente. Dentro da dimensão pedagógica do conhecimento dos licenciandos, houve reconhecimento do caráter motivacional das atividades experimentais e de sua contribuição na compreensão de determinados conceitos. Mas o aspecto marcante é a visão amplamente difundida de que as experiências podem “comprovar na prática as teorias ou demonstrar princípios”. Vejamos a unidade que segue:

Se – Gostaria de ouvir de vocês uma explicação sobre as atividades experimentais que estão elaborando.

Ed – Nós compramos uns carrinhos para a aula, a ideia é levar para a sala.

Ed – A ideia é falar da conservação da quantidade de movimento, vamos fazer também uma experiência com um tubo com “sorrisal” e uma rolha, para demonstrar um movimento acoplado e a conservação da quantidade de movimento. Outra demonstração é a colisão frontal com esses carrinhos.

Liz – Mas qual seria mesmo o objetivo da aula?

Ed – O objetivo seria mostrar para o aluno o caráter vetorial da conservação da quantidade de movimento.

Constatamos que dois objetivos perpassam o desenvolvimento da atividade experimental proposta pelo licenciando ED. O primeiro é que a experiência ajuda a “falar” sobre o assunto tratado e o segundo, que permite demonstrar a conservação da quantidade de movimento e seu caráter vetorial. É inegável o poder motivacional e de contextualização das atividades experimentais na compreensão dos tópicos abordados, ela amplifica e facilita o diálogo ao promover uma aproximação entre o teórico e o real. Contudo, não é possível por meio dela demonstrar um princípio como o da conservação da quantidade de movimento por se tratar de uma criação teórica, um princípio universal idealizado, embora em situações de movimento bem especiais e controladas as coisas ocorram muito próximas do previsto no princípio de conservação da quantidade de movimento. Diante disso, parece-nos urgente que, na formação dos licenciando, esses aspectos sejam melhores esclarecidos.

A respeito da desvalorização das atividades experimentais no ensino, podemos citar causas variadas que incluem a falta de habilidade prática do professor e disponibilidade de tempo para realizá-las com antecedência necessária. No entanto, os licenciandos apontaram como fatores principais a inexistência de laboratórios, a precariedade dos existentes, a falta de pessoal de apoio para organização e elaboração dos experimentos. Assim, nesse caso, é um fator de ordem sócio-organizacional que impacta a construção da cultura científica nas escolas.

Constatamos pelos relatos que esses argumentos têm relação com suas vivências nos laboratórios de ensino na universidade. Existe uma tendência de se espelhar no funcionamento e nos modelos de práticas experimentais da formação. Mas a maioria das atividades experimentais voltadas ao Ensino Médio é de fácil construção e pode ser realizada até mesmo em sala de aula. Não deixa de ser verdade que os laboratórios, por serem um local diferente da sala de aula, com bancadas apropriadas, facilitam e são necessários para algumas demonstrações. A visão de que laboratórios e técnicos são indispensáveis também está associada à visão de ciência dominante, melhor dizendo, de que a ciência se faz em laboratórios. O fato é que esses espaços precisam ser resgatados, pois a dimensão experimental precisa voltar ao ensino, pois ela integra a construção da ciência.

Pelos relatos, verificamos também que predomina na construção do conhecimento científico na escola o foco nos aspectos quantitativos da Física, isto é, no formalismo matemático. As listas de exercícios quantitativos configuram-se como um dos principais instrumentos utilizados no ensino de Física, pois há uma aposta na repetição mecânica como uma forma de aculturar os estudantes dentro dos padrões e procedimentos da Física. Não são raras também as demonstrações das equações sem o adequado aprofundamento no significado das relações funcionais entre as grandezas envolvidas, o que tem caracterizado a matemática como uma linguagem descritiva dos fenômenos.

Silva & Pietrocola (2001) questionam a ideia difundida entre os professores de Física de que a matemática é simplesmente a linguagem da ciência, um instrumento de comunicação das leis e teorias físicas e de que as equações são meras fórmulas. Para eles é necessário considerar, nos processos de formação científico culturais, o papel da matemática como estruturante de nossas ideias sobre o mundo físico, a matematização como elemento que faz parte da própria construção das teorias físicas, como funções relacionadas a modelos de descrição do mundo.

Essa herança cultural do ensino de Física tem conduzido à falta de significado desse conhecimento. Contudo, precisamos reconhecer que há uma deficiente formação em matemática dos alunos que vem chegando ao Ensino Médio, somada a uma deficiente capacidade interpretativa dos exercícios propostos. Esse estado de coisas apareceu em vários relatos, o que, segundo os licenciandos, justifica a desistência no trato com o conhecimento, e estimula a realização dos exercícios pelos professores para os alunos, já que eles não conseguem obter respostas satisfatórias que exigem conhecimentos em matemática.

Durante os debates realizados no ES, verificamos a necessidade de conhecimentos pedagógicos para o enfrentamento dessa situação. Então fizemos um mapeamento das principais deficiências dos alunos apontadas pelos licenciandos, assim como decidimos conjuntamente algumas estratégias para superação desse problema.

Pelos relatos, os principais tópicos a serem atacados são as unidades das grandezas envolvidas nos exercícios, a substituição dos dados em equações, operação de multiplicação, isolamento de variáveis, multiplicação de fração e propriedade distributiva.

Durante a discussão, como estratégia para contornar esses problemas no ensino de Física foram sugeridas as algumas ações complementares: abordar outras dimensões da Física nas aulas, procurando evitar ser um mero reproduzidor da tradição estabelecida que não permite distinção clara do papel da matemática na física; mapear dúvidas relativas à álgebra e realizar listas de exercícios; atender dúvidas de matemática paralelamente às explicações da física; realizar ações visando à conscientização dos alunos de suas deficiência em matemática; e articular ações com os professores de matemática da escola.

Cabe salientar que, nesse nível de ensino, o licenciando precisa ter conhecimento da matéria de ensino e conhecimento pedagógico para reconhecer a necessidade de priorizar o significado das relações funcionais entre as grandezas da Física envolvidas nos problemas, substituir a repetição de exercícios pelo aprofundamento nos exercícios que são cruciais para a compreensão do tópico e dar preferência às questões com enunciados claros e ao nível da realidade de seus alunos.

O levantamento e compreensão das deficiências formativas dos alunos tem um caráter de crítica imanente na formação científica nas escolas, pois é um caminho que permite considerar as nuances subjetivas na construção do conhecimento. É uma necessidade para que o processo educativo se dê na direção da possibilidade de emancipação dos sujeitos envolvidos, em particular para o professor, que veria mais sentido em suas ações pedagógicas e teria a prerrogativa de escolher os conteúdos mais adequados àquela realidade de injustiça social, ao invés de focar-se exclusivamente na transcendência normatizadora fortemente apoiada pelas forças sistêmicas.

6.2.2 – Posturas profissionais e tensões na construção do conhecimento

No presente item, colocaremos em discussão dificuldades denunciadas pelos licenciandos e/ou identificadas por nós em suas ações, as quais representam fatores a serem superados para a construção do conhecimento científico em sala de aula.

Baseando-nos nos relatos 3, 4, 7, 8, 11, 14, 15 e 16, propusemos três categorias temáticas visando sintetizar as tensões observadas: os sujeitos do processo educativo mostram-se em distintos níveis de compreensão do

conhecimento; dificuldade de compartilhar responsabilidades na busca pelo conhecimento; e dimensionamento do planejamento idealizado da aula .

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.2.2.1 Os sujeitos do processo educativo mostram-se em distintos níveis de compreensão do conhecimento	Distinção entre o entendimento ao nível do professor e ao nível do aluno	<ul style="list-style-type: none"> • O conhecimento que é considerado fácil para o professor pode não ser para o aluno; • A utilização de exemplos e situações idealizadas nas explicações deve ser realizada discutindo-se bem as condições de contorno. O que pode parecer óbvio ao professor pode não ser para o aluno; • O professor tem a ilusão de que é possível o aluno compreender princípios e conceitos simplesmente realizando exercícios quantitativos.
	Os licenciandos diante da ilusão de entendimento por parte dos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos afirmam que estão entendendo, mas nas provas não tiram boas notas; • A resposta à pergunta “entenderam?” nem sempre é verdadeira; • O licenciando transfere a responsabilidade do baixo rendimento somente ao aluno; • O licenciando faz chantagem emocional para tentar comover os alunos a estudar e participar de suas aulas; • O licenciando refaz a prova para discutir as dúvidas dos alunos.
6.2.2.2 Dificuldade de compartilhar responsabilidades na busca pelo conhecimento	O licenciando como detentor do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Busca solitariamente respostas para as questões colocadas pelos alunos; • Tem a necessidade de autoafirmação como professor infalível e detentor do conhecimento; • Não valoriza as respostas dos alunos como também não dá tempo para que possam elaborar suas próprias reflexões; • Tem a tendência de fazer os exercícios pelos alunos.
6.2.2.3 O dimensionamento do planejamento idealizado da aula	A contraposição entre a aula idealizada e a aula real	<ul style="list-style-type: none"> • O licenciando tem a tendência de abordar uma grande quantidade de tópicos numa aula; • O nível de dificuldade dos alunos pode ser maior do que o imaginado no planejamento; • A forma como os conteúdos são discutidos pode ser um fator que influencia no descompasso planejamento-aula real.

Quadro 12 – Síntese descritiva das posturas profissionais e as tensões na construção do conhecimento

Os relatos selecionados para representar as três categorias retratam posicionamentos profissionais e tensões verificadas no processo de construção do conhecimento científico. As categorias podem ser relacionadas a dois dos fatores condicionantes da prática do professor: o conhecimento, mais especificamente o pedagógico e as heranças culturais dos professores de física.

O fator condicionante Conhecimentos Pedagógicos incide na primeira categoria , na medida em que observamos, por parte dos licenciandos, falta de

entendimento da distinção entre os níveis de conhecimento dos professores e dos alunos e, por parte dos alunos, ilusões de entendimento dos conteúdos. Tal fator incide também na segunda categoria, na medida em que ela evidencia a contraposição entre a aula idealizada e a aula real.

A primeira categoria se estabelece nas ações pedagógicas dos licenciandos ao ensinar os conhecimentos científicos tomando como referência o seu conhecimento no assunto, esquecendo-se de considerar que os alunos estão num nível de abstração muito diferente do seu. O que parece fácil ao licenciando em função de sua aproximação com a ciência pode não ser para o aluno. Foi muito comum nos relatos que houvesse a utilização de situações idealizadas ou objetos idealizados sem as devidas discussões das condições de contorno que garantissem ao aluno a validade e o significado do exemplo.

Essa situação remete-nos à distinção entre pensamentos concreto e abstrato, assumidos por Dewey (1910). Pensar sobre os exemplos idealizados utilizados no ensino da Física, como cilindros com êmbolos e blocos que trocam calor na termodinâmica, caracteriza-se como um pensamento concreto para o professor, pois refere-se a coisas que diante de suas trajetória na Física já são conhecidas e não há mais necessidade de reflexão sobre seu significado. Já para o aluno, pensar sobre eles é um pensamento abstrato, uma vez que tais objetos, para ele “especiais”, carecem de uma relação com objetos familiares para que passem a ter algum significado. Contudo, os licenciandos fazem usos indiscriminados desses objetos e situações ideais sem o devido reconhecimento da falta de significado que eles têm para os alunos. Situação similar pode ser observada também na ilusão do professor quando simplesmente utiliza exercícios quantitativos que já estão cristalizados nas práticas docentes para, a partir deles, promover a compreensão de conceitos e princípios. O resultado desses processos foi, como expresso nos relatos, o de desinteresse dos alunos pelos tópicos abordados nas aulas. O excesso de conversa e no silêncio foram indicativos de que a ação pedagógica não foi bem-sucedida.

Assim sendo, observamos grande decepção dos licenciandos diante dos resultados nas avaliações por eles aplicadas. A questão principal nesse ponto é que os alunos afirmavam que estavam entendendo as explicações, e isso gerou ilusões de entendimento por parte dos licenciandos, que durante as avaliações observaram

um baixo rendimento. Diante disso, os licenciandos passaram a questionar a veracidade das respostas dos alunos por meio da pergunta “entenderam?”.

A despeito da pergunta, podemos inferir que, diante do contexto da falta de significado dos conteúdos apresentados pelos licenciandos, a maior probabilidade de resposta é a afirmação de entendimento, pois caso contrário, gerar-se-ia uma corresponsabilidade do aluno, a qual acarretaria a responsabilidade de ele apontar especificamente o que ele não entendeu. Considerando que o processo de desinteresse e semiformação já tenha se instalado, o aluno não seria capaz de apontar isso. Essa situação também gera no professor a obrigação da retomada do trabalho de explicar novamente. Portanto, trata-se de uma pergunta inadequada e com resposta quase que previsível.

Como um dos problemas desse processo, aqui se instala a tendência do licenciando em transferir a responsabilidade do baixo rendimento somente ao aluno. Observamos ações dos licenciandos que tendem a reforçar falta de responsabilidade dos alunos diante do baixo rendimento. Em alguns momentos dos relatos, percebemos os futuros professores se mostrando indignados e tristes diante dos alunos, tentando comovê-los a estudar e a participar mais das aulas, numa espécie de “chantagem emocional” para fazê-los se reconhecerem como os únicos responsáveis pela situação.

Outros posicionamentos pedagógicos que podem contribuir para a situação descrita também foram identificados. Um delas é o descompasso muito grande entre a aula idealizada nos planejamentos e a aula real. Observamos uma preocupação dos licenciandos nos planejamentos em abordar uma grande quantidade de tópicos em uma única aula, de modo que os compromissos com os currículos se mostraram mais fortes do que os compromissos com a realidade, com o contexto e com o nível de dificuldade dos alunos. A consequência disso é que os conteúdos acabavam por ser apresentados de forma superficial, sem os devidos aprofundamentos e justificativas que poderiam contribuir para ampliar seus significados. Isso se mostrou como um fator desmotivador que contribui para a dispersão dos alunos.

Ainda dentro dos posicionamentos profissionais, observamos a dificuldade em compartilhar responsabilidades com os alunos na busca pelo conhecimento, objetivando passar uma sensação de professor detentor do conhecimento, o que é

expresso na segunda categoria. No nosso entender, essa característica relaciona-se à dimensão heranças culturais.

Esses posicionamentos caracterizam-se pela tendência do licenciando em oferecer prontamente respostas às perguntas e questões feitas pelos alunos. Em geral, essas questões não são exatamente sobre o assunto abordado, embora tenham relação com eles. São questões sobre situações cotidianas, sobre o contexto ou sobre aplicações tecnológicas cuja explicação envolve um conjunto de saberes que extrapolam a Física e o assunto estudado no momento. O licenciando tentando se autoafirmar como professor infalível e detentor do conhecimento é uma atitude que corresponde a uma visão predominante na cultura dos professores. Este professor oferece uma resposta imediata ou busca respondê-la num outro momento, mas numa busca solitária, como pudemos identificar nos relatos.

Os momentos em que essas questões são colocadas pelos alunos do EM poderiam ser transformados em ótimas oportunidades para tornar o processo mais participativo, compartilhando responsabilidades com eles. Por exemplo, poder-se-ia propor que esses alunos buscassem informações sobre esses assuntos e as apresentassem para a turma. Além disso, o professor poderia utilizar a oportunidade para debater as limitações de nossos modelos científicos diante da complexidade da realidade.

Portanto, é necessário que os licenciandos reconheçam que no conhecimento científico residem muitos tópicos de interesse geral que poderiam ser explorados conjuntamente com os alunos, transformando-os num motivo formativo.

6.2.3 – Desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola

Este item tem como foco o conjunto de fatores que impacta o processo de construção da cultura científica na escola. Tais fatores envolvem tanto a necessidade do uso nas aulas de física de atividades de controle e disciplina, passando pelas interrupções das aulas em função de outras atividades sem prévio aviso, até a necessidade de dar respostas às demandas do sistema educacional. Obviamente que esses ruídos não se restringem à educação científica, mas é sobre ela que tem causado o maior impacto, uma vez que a natureza dos tópicos abordados na Física exige concentração dos alunos e sequência ininterruptas de encontros.

Três categorias foram propostas: foco nas atividades disciplinadoras e de controle; interferências externas ao processo de ensino/ aprendizagem da Física; e respostas às demandas sistêmicas e curriculares. A primeira refere-se a como as aulas de Física têm se caracterizado por atividades mecânicas e disciplinadoras, como a cópia de conteúdos do quadro. A segunda denuncia a falta de organização na realização das atividades escolares e como isso impacta no andamento das atividades planejadas. Finalmente a terceira trata da recorrência das imposições sistêmicas, mas agora de uma forma mais específica para o ensino de Física, e de como isso tem gerado dificuldades para que o licenciando seja crítico em relação às heranças culturais.

Como fonte de dados para expressar essas categorias foram utilizados fragmentos do grupo de relatos 2, 3, 4, 5, 10, 11, 14, 15 e 18.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.2.3.1 Foco nas atividades disciplinadoras e de controle	As atividades mecânicas e disciplinadoras nas aulas de Física	<ul style="list-style-type: none"> • Para manter a disciplina e o controle da turma, o licenciando sente a necessidade de os alunos copiarem “silenciosamente” algo do quadro negro; • O ditado do conteúdo e de exercícios é uma forma eficiente para manter a atenção e o controle da turma; • O licenciando incentiva a cópia atribuindo uma nota para a atividade; • A obtenção de nota motiva o aluno.
6.2.3.2 Interferências externas ao processo de ensino/ aprendizagem da Física	A aula de Física sofre impactos de outras atividades da escola	<ul style="list-style-type: none"> • Frequentemente há interrupções das aulas para avisos ou para realização de outras atividades que desviam a atenção dos estudantes. • Impede que o licenciando conclua seu planejamento. • Existem muitas atividades na escola que interrompem a sequência de aulas semanais de Física. • Falta um bom planejamento e eficiência na execução e difusão das atividades nas escolas.
6.2.3.3 Respostas às demandas sistêmicas e curriculares	A pressão dos currículos previamente definidos	<ul style="list-style-type: none"> • O licenciando tem dificuldade de discutir de forma mais participativa os conteúdos e aplicar outras metodologias em função das pressões para cumprimento do plano curricular.
	O trabalho pedagógico deve atender as metas estabelecidas	<ul style="list-style-type: none"> • A ação do professor é limitada para manter o percentual de aprovados nos exames vestibulares e nas avaliações externas.
	Os instrumentos de controle da atividade docente	<ul style="list-style-type: none"> • Os “caderninhos” da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo tem uma função de controle da atividade docente pelos pais dos alunos e pelo Estado.

Quadro 13 – Síntese descritiva dos desafios para a construção de um ambiente intelectual na escola

Essas categorias traduzem a ideia de que a construção do conhecimento científico na escola está condicionada a fatores de ordem sócio-organizacionais e a forças sistêmicas. O primeiro desses dois condicionantes da prática docente é expresso na necessidade de ações disciplinadoras e nas interferências externas ao processo de ensino de aprendizado. O segundo, nas necessidades de respostas às demandas sistêmicas e curriculares. Esses aspectos têm dificultado a construção de um ambiente intelectual nas aulas de Física.

A indisciplina, segundo Aquino(2003), tem relação com a inadequação dos padrões da escola atual aos novos perfis discentes. Para ele, a escola ainda se inspira e se estrutura em padrões anacrônicos de currículo, práticas pedagógicas e organizacionais que são incapazes de incorporar as demandas dos alunos.

Ao mesmo tempo em que essa inadequação tem gerado um sentimento de inconformidade dos alunos, também tem alertado para a necessidade de novas práticas que permitam maior participação e democracia na escola. Este fato exige ações que possibilitem maior envolvimento e responsabilidade dos agentes escolares na definição e aplicação de regras coletivas de convívio no ambiente escolar.

Entretanto, a escola real ainda está distante desse nível de organização democrática o que faz com que velhas práticas persistam. Nos relatos analisados, pudemos identificar atividades mecânicas e disciplinadoras nas aulas de Física. São várias as unidades em que são incentivadas a cópia do conteúdo do quadro negro, inclusive em troca de notas, para que os alunos mantenham-se em silêncio. O ditado do conteúdo e de exercícios pelo professor também se configurou como uma atividade de controle da turma.

Essas atitudes, apesar de questionáveis, configuraram-se nos relatos como uma ação de “desespero” dos licenciandos diante da falta de atenção e do que identificam como indisciplina dos alunos. Porém cabe uma reflexão, por parte dos licenciandos, a respeito do nível cognitivo exigido dos alunos nessas tarefas. Para se tornar um ambiente mais intelectual, a escola precisa ter como pressupostos a sanção e a observação de normas legítimas para seus agentes, mas, sobretudo, precisa promover práticas que exijam um envolvimento cognitivo mais elaborado dos alunos e dos professores.

A construção de um ambiente intelectual exige ainda promover atenção, concentração e continuidade das atividades desenvolvidas. Entretanto, percebemos nos relatos que o processo educativo é frequentemente interrompido por atividades mal planejadas e mal divulgadas. Elas dificultam a execução dos planejamentos dos professores e desviam a atenção dos alunos que demoram a reencontrar os raciocínios que estavam sendo construídos. A escola precisa ter consciência da necessidade de se organizar para enfrentar estes problemas. Assim também, os futuros profissionais, cientes dos prejuízos deles sobre o processo de ensino/aprendizagem, precisam se perceber como agentes ativos para combatê-los.

Finalmente, a construção de um ambiente intelectual que permita a reflexão sobre os problemas que emergem do próprio contexto escolar tem sido dificultado pelas forças sistêmicas. A esse respeito, Contreras (2002) argumenta que a escola é um ambiente regulado, em que seus profissionais sofrem pressões para cumprimento de prescrições externamente determinadas. Essas forças sistêmicas se mostraram presentes nos relatos nas pressões exercidas nos licenciandos em cumprir o plano curricular estabelecido pelo sistema, pelas metas de pontuação nas avaliações externas, nas metas de aprovações nos exames vestibulares e nos controles das atividades executadas nos materiais cedidos pelo sistema de ensino.

Com a autonomia perdida e com suas ações limitadas ao que está pré-estabelecido, os professores deixam as demandas internas da escola num segundo plano para responder às demandas do sistema. Assim, metodologias que promovam a participação e o diálogo são rejeitadas em função das que preveem o alcance das metas estabelecidas externamente para a escola.

6.3 – TERCEIRO MOMENTO – A HISTÓRIA DA FÍSICA E A CULTURA CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO

As aulas de História da Física, com metodologia semelhante ao Estágio Supervisionado, foram marcadas principalmente pelas surpresas que os licenciandos tiveram ao se defrontarem com a multiplicidade de fatos que são processados na construção da ciência e pelas dúvidas em torno das possibilidades pedagógicas da História da Física Ensino Médio. Considerando que, na trajetória formativa da maioria deles, a HF esteve fracamente presente ou foi apresentada

simplesmente como elemento motivacional, as incertezas de seu potencial no ensino geraram muitos questionamentos durante as aulas.

No Terceiro Momento, destacaremos o reconhecimento do potencial atribuído à História da Física pelos licenciandos no aprimoramento de suas concepções sobre a natureza da ciência e sobre a Física como área do conhecimento. O momento é caracterizado também pela exposição de como os aspectos históricos se apresentam na formação inicial e pela intensificação dos debates sobre as potencialidades da História da Física no ensino e os desafios relacionados a essa tarefa.

A ampliação da compreensão das potencialidades da HF e os desafios relacionados a sua inserção no ensino impulsionaram os licenciandos a aceitarem, ao menos inicialmente, o desafio da construção de materiais para utilização no Ensino Médio, os quais serão analisados no 4º momento.

As unidades de discurso aqui apresentadas tem como fonte as transcrições das aulas 9 e 16 da turma I de História da Física, as aulas 8, 12 e 13 da turma II de História da Física, aula 7 de ESII turma e uma entrevista semiestruturada com as duas turmas realizadas ao final do curso.

No quadro a seguir são apresentadas as três perspectivas sob as quais os dados foram considerados e respectivas categorias propostas por nós para este momento: a História da Física na compreensão da natureza da ciência; a visão do licenciandos sobre História da Física na formação e na educação; e desafios e entendimentos para abordagens da História da Física no Ensino Médio.

Terceiro Momento A História da Física e a cultura científica na educação	
6.3.1 A História da Física na compreensão da natureza da ciência	Categoria 6.3.1.1 A evolução histórica revela os métodos e procedimentos da ciência
	Categoria 6.3.1.2 A História da Física e as relações entre ciência e sociedade
6.3.2 A visão do licenciandos sobre a História da Física na formação e na educação	Categoria 6.3.2.1 A História da Física na formação inicial

	Categoria 6.3.2.2 A História da Física na educação
6.3.3 Desafios e entendimentos para abordagens da História da Física no Ensino Médio	Categoria 6.3.3.1 Desafios da tradição
	Categoria 6.3.3.2 Desafios sistêmicos
	Categoria 6.3.3.3 Desafios e entendimentos pedagógicos

Quadro 14 – Visão geral do 3º momento da análise

6.3.1 – A História da Física na compreensão da natureza da ciência

Esta parte da análise tem como referência as declarações dos licenciandos que foram por nós consideradas como as mais importantes feitas durante e ao final do curso de HF sobre o reconhecimento do potencial da HF no aprimoramento das concepções sobre a natureza do empreendimento científico. Para eles, as abordagens históricas possibilitaram melhorar a visão sobre os métodos e procedimentos da ciência, que até então estavam atreladas aos produtos do conhecimento apresentados na formação. Permitiu melhor compreensão da evolução do conhecimento científico e possibilitou perceber como a ciência faz parte da trama social de uma época, ou seja, é um empreendimento social fortemente influenciado pelas concepções vigentes. Essas evidências estão expressas nas duas categorias que debateremos a seguir: a evolução histórica revela os métodos e procedimentos da ciência e a História da Física e as relações entre ciência e sociedade.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.3.1.1 A evolução histórica revela os métodos e procedimentos da ciência	A HF quebra a ideia de linearidade da construção do conhecimento científico.	<ul style="list-style-type: none"> • A experimentação tem um papel na comprovação das descobertas. • Há embates e refutações na escolha das melhores teorias. • Há discussões dos cientistas sobre os próprios conhecimentos produzidos. • O conhecimento científico emerge de problemas enfrentados pelos cientistas e pela sociedade.
	O estudo de aspectos históricos promove a reflexão sobre os métodos e procedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • A mídia, muitas vezes com objetivos mercadológicos, difunde a ideia da certeza do método científico como balizadores da verdade. • A ciência não é infalível, absoluta e a única certeza existente. • O que é aceito cientificamente hoje pode

	científicos	<p>ser refutado no futuro.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesmo as informações científicas devem ser vistas com certa desconfiança.
	A ciência é algo inacabado e em constante construção.	<ul style="list-style-type: none"> • Foram necessárias muitas discussões teóricas para se chegar às concepções atuais. • Existem limitações das teorias atuais nas explicações de alguns problemas, similarmemente como existiam nas antigas. • A existência de problemas nas teorias abrem portas para novos avanços.
	A ciência é resultado de um esforço coletivo	<ul style="list-style-type: none"> • O conjunto de personagens envolvidos na evolução da ciência é muito maior do que geralmente é apresentado. • A quantidade de raciocínios, ideias e possibilidades explicativas dos fenômenos no passado ultrapassam a visão simplista com que em geral nos é apresentado.
	A HF permitiu compreender a evolução da Física Clássica para a Moderna	<ul style="list-style-type: none"> • As mudanças revolucionárias de paradigmas renunciadas no curso de Fil. da Ciência foram melhor compreendidas com a HF.
6.3.1.2 A História da Física e as relações entre ciência e sociedade	A ciência é uma construção que faz parte da história humana	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciona-se ao contexto cultural da época. • Não está isolada do contexto social. • Existe uma relação de reciprocidade, de modo que a ciência pode influenciar os rumos da sociedade, assim como as demandas sociais pode direcionar a ciência.
	A HF situa a Física dentro do contexto social	<ul style="list-style-type: none"> • Mostra as relações com outros fatores como religiosos filosóficos, além dos científicos. • Atende as demandas tecnológicas e filosóficas. • Humaniza a ciência ligando-a à história do ser humano. • Abre portas para refletirmos como se processam essas relações na atualidade.
	A ciência é influenciada por problemas de uma determinada época	<ul style="list-style-type: none"> • A ciência é impulsionada também por questões que representavam problemas numa determinada época. • Por ser social, em geral, os problemas da ciência não são problema de um só homem, mas de um conjunto de homens.

Quadro 15 – Síntese descritiva da visão sobre a História da Física na compreensão da natureza da ciência

Dentre os argumentos utilizados por Matthews (1995) na defesa da HC, na formação dos professores está a visão crítica sobre sua disciplina proporcionada pelos conhecimentos históricos e filosóficos. Este autor acrescenta ainda que, mesmo que esses conhecimentos não façam parte do objetivo da aula, o professor indiretamente os transmitira; em suas palavras “há mais em um professor do que apenas aquilo que se pode ver em sua aula” (Matthews, 1995, p. 187).

Assim, aprimorar as concepções sobre o empreendimento científico, na formação dos professores, é uma condição para a transmissão de uma visão menos

estereotipada de ciência aos alunos. É necessário promover a negação de conhecimentos históricos amplamente difundidos que são filtrados pelas lentes dos conhecimentos atuais, os quais tendem a valorizar triunfantes descobertas e crucificar os erros sem considerar o contexto em que estes conhecimentos foram produzidos (Allchin, 2013).

Nesse sentido, encontramos indícios reveladores de que o trabalho com a HF pode proporcionar aos licenciandos melhor visão dos métodos e procedimentos da ciência e suas inter-relações com o contexto social do qual é parte constitutiva. Os relatos revelam surpresas de alguns licenciandos com relação à possibilidade de contraposição entre as concepções que tinham sobre a construção da ciência e aquelas reveladas durante o curso de HF.

A ideia de linearidade da construção do conhecimento foi colocada em xeque pela tortuosidade representada nos embates entre teorias concorrentes e pelas refutações de concepções deficientes nas explicações dos problemas apresentados. Observamos também nas falas dos licenciandos a percepção da ciência como um empreendimento em constante construção em função das limitações das teorias atuais na compreensão de alguns problemas, similarmente como ocorreu no passado. Houve questionamento da visão simplista de ciência feita por grandes nomes em contraposição a visão passada na disciplina de HF de ciência como um projeto complexo que envolve a soma de múltiplos esforços. Identificamos também argumentos para a ideia de que a HF possibilitou melhor compreensão da Filosofia da Ciência.

Um aspecto que se mostrou bastante recorrente nas falas dos licenciandos referiu-se às reflexões que o estudo da HF promoveu no sentido de questionar a ciência como verdade infalível, na medida em que as certezas científicas atuais podem ser refutadas no futuro. Para eles, há que se olhar para os argumentos científicos com certa desconfiança, haja vista que muitas vezes são utilizados com objetivos mercadológicos.

Os licenciandos expressaram ainda concepções que vão ao encontro de uma ideia de ciência como parte constitutiva da teia social, quando a ciência é percebida como uma construção humana e é integrada ao contexto social. Em algumas falas foi enfatizado que o desenvolvimento científico é impulsionado por questões e problemas de uma determinada época envolvendo fatores religiosos, filosóficos e

tecnológicos, que também sofrem influências recíprocas da ciência. Para eles, a compreensão dessas relações entre ciência e sociedade abre portas para refletirmos sobre como elas ocorrem na atualidade.

Dados os indícios de crítica pelos licenciandos a concepções tradicionais do conhecimento científico, encontrados nos debates realizados na disciplina de HF, podemos inferir que as condições para um processo mais reflexivo sobre a ciência começava ali a se estabelecer. Em primeiro lugar, na condição de futuros professores, terão conhecimento que lhes permitam justificar melhor a ciência para seus alunos, como defendido por Shulman (1986). Em segundo lugar, poderão questionar as visões tradicionais de ciência e seu caráter ideológico, que muitas vezes estão a favor das forças de mercado, como alertado por Marcuse (1973). Em terceiro lugar, passaram a ter uma visão mais humanizada da ciência.

6.3.2 – A visão dos licenciandos sobre a História da Física na formação e na educação

Dando continuidade à investigação das concepções dos licenciandos sobre a HF na compreensão da cultura científica, neste item, focalizamos fragmentos dos debates realizados que evidenciavam as características da História da Física na formação e seu potencial na educação. Primeiramente, procuramos compreender e interpretar as colocações sobre as deficiências formativas do curso de Física no que diz respeito à fraca ênfase aos aspectos interpretativos da ciência baseados em fatos históricos, os quais reforçaram as visões caricaturais e aspectos pitorescos da evolução histórica. Num segundo momento, baseados nas transformações das concepções de ciência, capturamos as potencialidades sobre a consideração de elementos históricos no ensino.

No Quadro 16, sintetizamos as principais ideias comunicadas pelos licenciandos, conforme nossa compreensão que aparece sob a forma de suas categorias: a História da Física na formação inicial; e a História da Física na Educação.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.3.2.1 A História da Física na formação inicial	Os aspectos históricos são desvalorizados nas disciplinas da graduação	<ul style="list-style-type: none"> Os professores não apresentam ou não valorizam a evolução das ideias da Física. Apresenta os novos tópicos sem a explicação dos problemas e ideias que os originaram.

		<ul style="list-style-type: none"> • Não é mostrado como novas interpretações se relacionam com as antigas. • Personagens e raciocínios são apresentados de forma desconectados.
	Nas disciplinas da Física “dura” são apresentadas visões distorcidas da HF	<ul style="list-style-type: none"> • Os professores transmitem conhecimentos históricos questionáveis e imprecisos (caricaturas históricas) muitas vezes relacionados a características pessoais dos cientistas em detrimento da compreensão dos raciocínios e ideias envolvidas. • Em geral os professores não têm consciência dos principais problemas que colocam em crise um modelo e como isso abriu caminho para um novo modelo interpretativo. • Em geral, nas disciplinas da formação, são apresentados nomes, datas e curiosidades dos cientistas e detrimento do fundamento das ideias. • Muitos fatos apresentados como históricos, não passam de caricaturas históricas para justificar os posicionamentos atuais. • A contraposição de raciocínios não é valorizada pelos professores.
	Os impactos da História da Física na formação do professor	<ul style="list-style-type: none"> • O professor de Física precisa ter uma boa visão de como evoluiu o conhecimento em sua área. • Para os licenciandos existe uma relação entre o professor saber HF e sua forma de ensinar. O professor que conhece a evolução da ciência tem a preocupação de apresentá-las a seus alunos. • Conhecer a evolução de um conceito contribui para melhor entendê-lo e dá sentido ao conhecimento. • Permite que a transmissão do conhecimento científico seja mais correta do ponto de vista da evolução histórica e epistemológica.
	Visão do curso de HF como parte da formação do licenciando	<ul style="list-style-type: none"> • O tempo é curto para a quantidade de tópicos que devem ser abordados. • Os conhecimentos históricos podem contrapor algumas ideias de sendo comum dos iniciantes do curso, por isso, é necessário introduzir a HF desde o início da graduação. • O curso privilegiou tópicos da mecânica e foi superficial na óptica, termodinâmica, eletromagnetismo, relatividade e quântica.
6.3.2.2 A História da Física na educação	A HF contribui para motivar os alunos	<ul style="list-style-type: none"> • A HF contextualiza os conceitos historicamente. • Torna as aulas mais atrativas e motiva os alunos. • Por se diferenciar, pode ser uma experiência educativa marcante na trajetória formativa dos alunos. • Atrai o aluno para o conhecimento, pois lhe dá mais significado.

	A HF melhora a compreensão da natureza da ciência pelos alunos	<ul style="list-style-type: none"> • Permite comparar as várias concepções em diferentes momentos históricos. • Evidencia o caráter coletivo da construção do conhecimento. • A História da Física permite uma visão mais adequada da ciência pelo aluno. • Permite evidenciar a diversidade de interpretações e entender as diferentes formas de pensar sobre os fenômenos. • A HF possibilita a contraposição das concepções científicas em vários momentos históricos com a atual.
	A HF permite reflexões sobre as concepções de senso comum	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilita contrapor posicionamentos de senso comum com o científico na interpretação dos fenômenos.
	A HF ajuda a problematizar o conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • A abordagem da HF mostra situações problemáticas intrigantes e motivadoras que contribui para problematizar o conhecimento. • A HF contribui para questionarmos nossas próprias certezas sobre os fenômenos ao apresentar os problemas geradores do conhecimento em sua origem. • As questões problemas apresentados na HF aumenta o interesse dos alunos pela Física.

Quadro 16 – Síntese descritiva da visão sobre a História da Física nos processos formativos e educativos

Na primeira categoria, objetivamos capturar o modo como o curso de HF promoveu reflexões sobre os processos formativos experienciados, no que diz respeito aos aspectos da natureza da ciência transmitidos durante as disciplinas “duras” do curso de Física. Aqui constatamos que, além de os aspectos históricos serem desvalorizados, veiculam uma visão distorcida da natureza do empreendimento científico quando eles são apresentados.

O modo como se apresenta o conhecimento na formação inicial exerce influências nas concepções dos futuros professores, induzindo-os a não valorizar ou até a abrir mão de justificar o conhecimento no ensino, reforçando, desse modo, a tradição do ensino de Física, dentro de sua amplitude de falta de significado para os alunos. Dadas essas características formativas, associaremos as duas primeiras subcategorias da primeira categoria aos fatores condicionantes das heranças culturais.

Na medida em que avançamos na articulação ES/HF, durante as entrevistas, os licenciandos passaram a fazer um retrospecto dos conhecimentos aprendidos durante o curso de Física. Isso fez emergir ao final do curso de HF as concepções históricas que lhes foram transmitidas nessa etapa. Nas falas dos licenciandos, de

maneira geral, percebemos que os aspectos históricos foram desvalorizados, sendo que novos tópicos eram trabalhados sempre prescindindo questões e das ideias que lhes deram origem. Além disso, as concepções anteriores não foram consideradas e os personagens e raciocínios foram apresentados de forma desconectada.

Na visão de Moura (2012), isso ocorre em função do imperativo que prevalece entre os formadores de que os conhecimentos históricos somente devem ser trabalhados na disciplina de HF. Entretanto, para o autor, negar a historicidade do conhecimento nas disciplinas da formação não é admissível, uma vez que todo conhecimento científico é naturalmente histórico.

Ainda dentro desse contexto, os licenciandos apontaram que os professores de disciplinas específicas de Física apresentaram visões distorcidas sobre a História da Física, transmitindo muitas ideias históricas questionáveis, em geral ligadas a personagens ou a caricaturas históricas para valorizar as concepções atuais. Tomando como base os conhecimentos fornecidos no curso de HF, os licenciandos denunciaram a falta de consciência dos professores um dos principais problemas a esse respeito.

Essas visões históricas apresentadas na graduação tem relação com a formação que os próprios professores da licenciatura foram submetidos. Portanto, os contornos do problema aqui denunciado pelos licenciandos parece ter uma abrangência muito maior do que inicialmente imaginado, incluindo a discussão sobre a formação dos bacharéis em Física e reunião de todo o corpo docente da licenciatura nesse debate.

Rosa e Martins (2007), numa pesquisa que abordou a inserção da HF nos currículos de formação de professores, concluíram que existe ainda muita resistência em considerar aspectos da HF na formação do bacharel e do pesquisador em Física. Contudo, muitos deles serão professores das disciplinas de base comum dos cursos de formação de professores de física. Portanto, as autoras sugerem um amplo debate da necessidade de inserção dos aspectos históricos também na formação desse bacharel.

Os licenciandos também apontaram deficiências no próprio curso de HF. Para eles, o tempo foi curto para a quantidade de textos propostos, o que teve como consequência o privilégio de alguns tópicos em detrimento de outros que

consideram importantes, uma vez que foram privilegiados aspectos históricos referentes à mecânica em detrimento da óptica, termodinâmica, eletromagnetismo, relatividade e quântica.

Esses questionamentos sobre os conhecimentos históricos fornecidos na formação emergiram do reconhecimento do potencial da HF na constituição dos conhecimentos professorais. Na subcategoria “os impactos da HF da formação do professor”, propomos a ideia que os licenciandos defendem de que o professor precisa ter uma boa visão de como evoluiu o conhecimento em sua área, pois, segundo eles, existe uma correlação entre o domínio do conhecimento histórico e as formas de ensinar. Para eles, se o professor domina os conteúdos históricos vai transmitir uma visão mais correta de ciência e dos conceitos, além de garantir maior possibilidade de significado do conhecimento científico pelo aluno.

Ainda considerando o fato condicionante, conhecimento dos professores de Física, em que também se encaixam os elementos da segunda categoria, observamos que as visões dos licenciandos sobre o potencial pedagógico da HF é ampliada. A defesa da HF no ensino apresentada aqui tem quatro vertentes representadas nas subcategorias descritas: a HF contribui para motivar os alunos; a HF melhora a compreensão da natureza da ciência pelos alunos; a HF permite reflexões sobre as concepções de senso comum; a HF ajuda a problematizar o conhecimento.

A primeira subcategoria, que tem o caráter motivacional, é defendida em função de a HF tornar as aulas mais atrativas para os alunos. A HF permite a contextualização dos conceitos, o que pode atrair os alunos para o conhecimento, uma vez que lhes confere mais significado. Além disso, por representar um aspecto diferente do conhecimento científico, alguns licenciandos acreditam que o trabalho com a HF pode ser marcante na trajetória formativa dos alunos, assim como foram nas suas.

Uma segunda vertente, diz respeito à HF melhorar a compreensão da natureza da ciência pelo aluno, já que é possível por meio dela: comparar várias concepções em diferentes momentos históricos: evidenciar o caráter coletivo da construção da ciência: e apresentar variadas interpretações sobre os fenômenos no decorrer do desenvolvimento da ciência.

Na terceira vertente, representada pela subcategoria “A HF permite reflexões sobre as concepções de senso comum” foi destacado que, com o domínio dos conhecimentos históricos, a ação pedagógica do professor ficou facilitada, pois possibilitou a contraposição dos posicionamentos de senso comum dos alunos com os conhecimentos científicos.

Finalmente na quarta, os licenciandos reconhecem o papel problematizador da HF. Para eles, com as abordagens históricas, é possível apresentar os problemas geradores do conhecimento e situações problemáticas intrigantes que motivam os alunos e colocam em xeque as próprias certezas sobre os fenômenos.

A primeira e a segunda perspectivas do Terceiro Momento de análise perfazem juntas um movimento muito interessante. Na medida em que foram aprofundados os debates nas disciplinas de HF e ES, os licenciandos foram percebendo as mudanças em suas visões sobre a ciência, as quais foram retratadas na primeira perspectiva de análise. Então não somente se puseram a questionar as formas como os conhecimentos lhes foram apresentados na graduação, mais especificamente os conhecimentos históricos como também passaram a defender a HF como necessária dentro do conjunto de ações pedagógicas do professor como defendemos por ocasião da apresentação da segunda perspectiva. Como resultado importante do Terceiro Momento ocorreu a produção do reconhecimento das potencialidades da HF e sua defesa no ensino de Física pelos licenciandos.

6.3.3 – Desafios e entendimentos para abordagem da História da Física no Ensino Médio

Nos itens anteriores que perfazem o 3º momento da análise, os licenciandos apontaram várias características dos aspectos históricos considerados na formação, destacando suas potencialidades para os processos educativos. Neste item, reconhecem que a inserção da HC nas aulas precisa considerar alguns obstáculos e entendimentos que aqui representamos nas seguintes categorias: desafios impostos pela tradição do ensino de Física; e desafios sistêmicos; e desafios e entendimentos pedagógicos.

Para mapear os contornos associados a cada um desses desafios, selecionamos unidades de análise referentes às transcrições das aulas 12, 13 e 16 da Turma I de HF, da aula 13 da turma II de HF e os dados das transcrições da entrevista semiestruturada realizada ao final da disciplina de História da Física.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.3.3.1 Desafios da tradição	A tradição formativa dificulta a abordagem de aspectos da natureza da ciência	<ul style="list-style-type: none"> • A formação do licenciando é baseada na tradição do ensino de Física, ou seja, explicar teoricamente e resolver os exercícios desfavorecendo, desse modo, aspectos da natureza da ciência. • As metodologias da tradição formativa inibem e limitam o professor. • Existe uma contradição entre a forma como os licenciandos são formados e as pretensões de atuação nas escolas sustentadas nas disciplinas pedagógicas.
	As dificuldades de superar a tradição	<ul style="list-style-type: none"> • Superar a forma tradicional apresentada na formação é difícil e gera apreensão no licenciando. • O professor precisa reconhecer a tradição, mas também aprender a inserir outras dimensões da Física que ele considera importante na formação do estudante. • Os aspectos interpretativos da natureza da ciência, por serem controversos e fugirem do senso comum, podem gerar debates que interessam aos alunos.
6.3.3.2 Desafios sistêmicos	O currículo tradicional como instrumento sistêmico	<ul style="list-style-type: none"> • Privilegia os tópicos clássicos da Física. • Deixa a entender que a HF tem uma função acessória. • É pouco aberto para inserção de aspectos da natureza da ciência. • Se o professor considerar importante abordar algumas das várias dimensões constitutivas da ciência, ele terá que abrir mão de parte dos currículos tradicionais. • O currículo direciona a ação do professor dentro da perspectiva tradicional em que os aspectos da HF são desvalorizados. • O currículo tradicional não impulsiona ações pedagógicas com vistas a abordagens de aspectos históricos. • Ao mesmo tempo em que direciona a ação do professor, é um instrumento que permite avaliar e cobrar o que está previsto para a formação do estudante na concepção tradicional.
	A estruturação da grade horária das aulas	<ul style="list-style-type: none"> • Duas aulas semanais é pouco tempo para comportar as discussões de elementos históricos. • O professor se sente sufocado para cumprir nesse intervalo de tempo os extensos currículos. • A estruturação atual das aulas beneficia a história pontual e linear voltadas a nomes, datas e curiosidades.
	As avaliações externas de desempenho e os vestibulares	<ul style="list-style-type: none"> • Não cobram elementos interpretativos sobre a natureza da ciência. • Pressionam os professores a limitar-se aos programas tradicionais. • Não impõe o que o professor deve fazer, mas o faz sentir-se pressionado a atingir o desempenho desejado pelo sistema para aquela escola.

	<p>Desafios às ações dos professores</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Existem poucos debates sobre ações pedagógicas com vistas a HF no EM. • Há dificuldade em saber em que nível de detalhamento deve ser abordada a HF no Ensino Médio. • Não existe material histórico para todos os tópicos do currículo tradicional da Física. • O nível de dificuldade para utilização de fontes primárias no Ensino Médio é muito grande.
<p>6.3.3.3 Desafios e entendimentos de ordem pedagógica</p>	<p>Entendimentos pedagógicos para abordagem da HF</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Algumas questões históricas que fazem sentido ao professor podem não representar um ganho de entendimento para o aluno. • A forma como apresentamos o problema histórico influencia na maior ou menor participação dos alunos nas aulas. • O professor precisa aprender a levar e debater em sala de aula aspectos relevantes da HF. • O professor precisa se engajar na tarefa de buscar e considerar recortes históricos que garantam melhor transmissão do conhecimento. • Existem episódios históricos mais propícios ao aperfeiçoamento conceitual e outros mais para a compreensão da natureza da ciência. • É possível “pinçar” algumas passagens das fontes primárias para serem debatidos no EM. • Em algumas situações é mais interessante trabalhar com fontes secundárias que se assemelham às ideias originais. • Associada a leitura de trechos da fonte primária, é fundamental contextualizá-la e discutir a importância de seu conteúdo.

Quadro 17 – Síntese descritiva dos desafios para abordagem da História da Física no Ensino Médio

Considerando especificamente os desafios para a abordagem da HF no ensino, identificamos três grupos de posicionamentos dos licenciandos: os relacionados à tradição do ensino de Física, os que se relacionam aos desafios impostos pelo sistema e os que estão relacionados aos desafios de ordem pedagógica.

Tradicionalmente, o ensino de Física apresenta características bem peculiares e se desenvolve apoiado na realização de exercícios quantitativos que, em geral, preveem uma solução numérica precisa e livre de polêmicas. Além disso, essa tradição está baseada numa concepção que prevê um desencadeamento de tópicos rigidamente dispostos de modo que o anterior seja pré-requisito ao seguinte.

Essa estrutura é transmitida aos alunos, professores e licenciandos e tem se configurado como um desafio para abordagens que levam em consideração aspectos históricos e outras dimensões mais interpretativas do conhecimento.

Da mesma forma como foi explicitado por ocasião da apresentação da terceira perspectiva de análise para o Primeiro Momento deste trabalho, em que os licenciandos expuseram as dificuldades de abordagens que permitem problematizar o conhecimento, aqui pudemos perceber algo semelhante, porém, com relação à HF. Pudemos observar que os padrões pelos quais operam a tradição impõem uma condição psíquica aos licenciandos, que os inibem a operar fora do que é aceito no interior da comunidade de professores de Física, na qual os aspectos da HF são desvalorizados.

É interessante notar como essa condição é determinantemente forte. Considerando que nas duas primeiras perspectivas de análises do Terceiro Momento, os licenciandos revelaram-se críticos em relação às suas concepções tradicionais de HF. Dessa forma, esperávamos que as mesmas oportunidades pudessem ser oferecidas a seus alunos no EM. Até houve, durante as aulas na faculdade, o reconhecimento de que os aspectos controversos da HF podem gerar debates interessantes com os alunos do EM e de que é necessário considerar outras dimensões no ensino de Física para além do que predomina tradicionalmente. Entretanto, não foi possível tornar isso uma ação efetiva nas aulas, gerando em alguns casos muita apreensão no licenciando.

Observamos também nas falas dos licenciandos que as disciplinas pedagógicas do curso de formação têm um papel importante para proporcionar avanços neste quadro, uma vez que têm colaborado para reflexões e questionamentos das metodologias tradicionais. No entanto, eles consideram contraditório serem formados dentro de uma perspectiva e, durante a atuação profissional, atuarem numa perspectiva diferente, como almejado pelas disciplinas pedagógicas do curso. Isso abre novamente caminho para a necessidade de ampliar a reflexão sobre a formação, no âmbito do curso de licenciatura, a fim de que haja mais coerência entre a formação proporcionada e as pretensões profissionais.

Uma segunda categoria expressa desafios para abordagens históricas no EM, os desafios sistêmicos, os quais são representados aqui pelo currículo, pela estruturação das grades horárias das aulas e pelas avaliações externas.

Com relação ao currículo, os licenciandos argumentaram que eles privilegiam os tópicos clássicos da Física e deixam a entender que a HF tem uma função acessória no ensino. Dado que se estabelecem numa quantidade muito grande de tópicos da tradição, dificultam que o professor considere outras dimensões do conhecimento nas aulas. Somada à situação exposta, a estruturação da grade horária do Ensino Médio, que destina duas aulas semanais para a disciplina de Física, vem para agravar o problema. Para os licenciandos isso beneficia, tanto no Ensino Superior como no Ensino Médio, o prevailecimento dos aspectos históricos pontuais voltados para nomes datas e curiosidades.

Aqueles licenciando que consideram importantes os aspectos históricos acreditam que passar a abordá-los no Ensino Médio requer uma decisão difícil, haja vista que eles compreendem que isso somente se daria se tivesse que abrir mão de parte significativa dos conteúdos propostos nos currículos. Considerando essa questão dos currículos recheados, Matthews (1995) argumenta em favor da necessidade de uma gradação decrescente dos conteúdos propostos, uma vez que o excesso de tópicos tem levado à fragilidade dos pensamentos produzidos sobre eles e conseqüentemente à falta de significado para os alunos.

Outra face desse problema curricular é identificada por Höttecke e Silva (2011). Estes autores reconhecem o movimento de inserção de aspectos da História e Filosofia da Ciência nos atuais currículos, contudo, fazendo coro às reclamações de professores de Física, argumentam que as ideias ali expressas não deixam claro como a HF pode se tornar, nas salas de aula, matéria de ensino e aprendizado dos conteúdos e dos processos da ciência. Para eles, falta mais clareza nesses documentos de como isso poderia ser operacionalizado na prática, com exemplos concretos de atividades para os professores desenvolverem com os estudantes.

A ideia de que os currículos têm limitado a ação do professor no sentido de inserção da HF no ensino é reforçada pelo fato de ele também ser um instrumento a serviço das avaliações posteriores a que os estudantes do Ensino Médio serão submetidos, como os vestibulares e as avaliações externas de desempenho da unidade escolar. Considerando que nessas avaliações as habilidades e competências relativas aos aspectos históricos não são cobrados, os licenciandos argumentam que o trabalho com a HF é desvalorizado na escola e pelos alunos.

Considerando o fator condicionante do conhecimento, mais especificamente os desafios de ordens pedagógicas e os entendimentos colocados pelos licenciandos para abordar aspectos históricos, duas subcategorias são colocadas:

desafios relacionados às ações dos professores; e entendimentos para abordagens da HF.

Um dos desafios apontados pelos licenciandos diz respeito aos reduzidos debates sobre as ações pedagógicas com vistas à abordagem da HF no EM. Em suas opiniões, faltam exemplos mais explícitos de como isso poderia ocorrer nas salas de aula do EM. Desse modo, sendo as abordagens realizadas na formação e durante o curso de HF os exemplos mais próximos vivenciados por eles, acabam por tomá-los como referências.

Diante dos aprofundamentos das abordagens históricas realizadas no curso de HF em contraposição às simplificações e aberrações históricas apresentadas nas disciplinas duras da formação e nos livros didáticos, os licenciandos consideram como um desafio o nível de detalhamento que a HF poderia ser apresentada. Percebemos que inicialmente persistiu uma concepção equivocada entre os licenciandos de que, para promover os aspectos históricos no EM de forma coerente, haveria que se fazer num nível de detalhamento próximo ao vivenciado por eles na disciplina de HF. Isso levou alguns licenciandos a duvidarem do lugar da HF no EM, assim como outros a argumentar que não teriam tempo para a HF em suas aulas.

Outra concepção equivocada que teve a disciplina de HF como referência, foi imaginar que os tópicos do currículo de Física deveriam estar associados a um material histórico. Acreditamos que essa ideia emergiu de uma interpretação dos alunos sobre a estruturação da disciplina de HF em que propusemos uma abordagem da evolução das ideias da Física tomando como base o processo histórico, ou seja, de caminho que se iniciou com a Mecânica e se estendeu até a Quântica. No entanto, essa disposição é a mesma da sequência tradicional dos conteúdos curriculares, o que fez com que eles associassem o fato com o currículo. Outro fator que contribui para esse tipo de pensamento é o de alguns licenciandos terem entendido a HF meramente como um acessório motivacional à sequência tradicional dos conteúdos. Dentro dessa concepção seria necessário um tópico histórico para cada tópico do currículo.

As possibilidades do uso de fontes primárias como recursos históricos para o EM também se mostrou um desafio para os licenciandos. Para eles, a grande maioria dos textos utilizados na disciplina de HF é inviável no EM. Perceberam, com muita propriedade, que algumas questões históricas apresentadas nesses textos que fazem sentido para os professores pode não representar uma questão com um

ganho de aprendizagem para os alunos do EM. Contudo, acrescentam que existem fontes históricas que são viáveis no EM e que é possível “pinçar” algumas passagens das fontes primárias para serem debatidas. Para alguns licenciandos, o trabalho com fontes secundárias com ideias que se assemelham às originais também pode ser uma opção, pois em geral os textos são mais simples e numa linguagem mais atual. Ainda observamos nas suas falas o entendimento de que os usos dessas fontes sempre devem vir acompanhadas da explicitação dos contextos aos quais se referem, assim como uma discussão da importância do assunto abordado naquele momento histórico.

De qualquer modo, há que se distinguiem as abordagens da HF na graduação e no EM durante a formação do licenciando. Num trabalho realizado por Farato, Martins e Pietrocola (2012), desafios semelhantes foram enfrentados por eles num curso de História da Ciência voltado para alunos da educação básica. Com relação ao nível de aprofundamento e ao uso de texto se fontes primárias foram considerados pelos autores como obstáculos superáveis. No primeiro, há que se considerar que as simplificações devem ser feitas tomando o cuidado para não cometer grandes distorções históricas e considerando os objetivos pedagógicos a serem alcançados. Muitos detalhes que fazem todo sentido no nível superior podem ser omitidos no EM por não fazerem sentido algum a alunos nesse nível. Com relação ao uso de fontes primárias, o entendimento é muito próximo ao dos observados por nossos licenciandos, ou seja, é preciso levar em consideração as circunstâncias contextuais de sua produção e selecionar um trecho inteligível ao aluno e que não seja demasiadamente longo.

Outros entendimentos pedagógicos referentes à HF foram capturados nas falas dos licenciandos. Eles perceberam, por exemplo, que o professor tem um papel importante na apresentação e debate do problema histórico apresentado e isso tem relação direta com a maior ou menor participação dos alunos na aula. Entenderam também que existem episódios históricos mais propícios ao aperfeiçoamento conceitual enquanto que outros são mais voltados para a compreensão da natureza da ciência e que cabe ao professor selecioná-los em função dos objetivos da aula e do melhor nível de transmissão do conhecimento.

Os debates promovidos nas aulas de HF, ES e nos encontros extras possibilitaram o reconhecimento do papel da HF no aprimoramento das concepções dos licenciandos sobre a ciência. Eles permitiram que percebessem o potencial pedagógico da HF no ensino e os desafios ao considerá-la na educação. Isso abriu

caminho para que os licenciados, ao menos inicialmente, aceitassem a proposta de produção de materiais textuais com viés históricos para promover a cultura científica na escola.

O desafio da produção textual é rodeado de significados de perfil emancipatórios. O primeiro refere-se a uma questão de justiça por possibilitar uma visão mais condizente com a realidade da ciência para os alunos do Ensino Médio, desfazendo visões equivocadas e caricaturais da construção do conhecimento científico, amplamente difundidas. Desse modo, a injustiça de não ter tido essa oportunidade em suas trajetórias formativas de um entendimento mais aprimorado da ciência não seria propagada aos alunos. Um segundo significado importante, é o de licenciando se sentir mobilizado a suprir uma necessidade identificada nas ações pedagógicas voltadas ao EM como a escassez de materiais históricos para esse nível de ensino, e isso se caracteriza como o resultado do processo de ação-reflexão-ação promovido na interface das disciplinas de ES e HF. Um último significado se relaciona à independência e coragem que permeiam a ação de produzir um texto próprio. Isso é um indício do desejo de se livrar das amarras do que está previamente determinado para ação do professor.

6.4 – QUARTO MOMENTO – PROMOVENDO A CULTURA CIENTÍFICA NO ENSINO MÉDIO: A PRODUÇÃO DE MATERIAIS TEXTUAIS COM VIÉS HISTÓRICO-PROBLEMATIZADORES

O Quarto Momento de nossa análise é marcado pela proposta de concretização de ações baseadas nos problemas teórico-práticos e nos conhecimentos oriundos dos aspectos levantados e discutidos nos outros três momentos, por meio da elaboração e aplicação nas escolas de textos motivados por problemáticas históricas.

Considerando tanto as discussões que caracterizaram e evidenciaram os fatores impactantes no ensino de Física, como o papel da problematização do conhecimento científico no direcionamento das ações pedagógicas e o reconhecimento das transformações proporcionadas nas concepções de ciência promovidas pelo conhecimento de História da Física, passamos a buscar com o grupo possíveis ações que promovessem reflexões, aprimoramento e até mesmo superação das concepções de natureza da ciência cristalizadas na escola. Dentre várias

possibilidades debatidas, o grupo decidiu pela elaboração de textos permeados por problemáticas históricas que retratassem melhor alguns elementos que constituem a cultura científica e que, em geral, são excluídos do Ensino Médio.

Para efetivação dessa ação, foram formados cinco grupos distribuídos em função dos conteúdos que estavam ministrando nas escolas ou que foram marcantes durante o curso de HF: Grupo 1 (RO e RI) – As marés; Grupo 2 (FEL, ED, MA) – O martelo e a pena (queda dos corpos); Grupo 3 (FER) – O arco-íris (A teoria das cores de Newton); Grupo 4 (DI e PHA) – A indução eletromagnética em Faraday; Grupo 5 (MAU e JO) – De fluido à energia (investigação histórica sobre a natureza do calor). Na prática, apenas os componentes dos grupos 1 e 2 participaram e se envolveram efetivamente nessa tarefa, sendo que os componentes dos outros grupos decidiram apenas por fazer referências superficiais a elementos históricos em suas aulas.

Para a análise do 4º momento, nossos dados são oriundos do material textual produzido, de uma entrevista realizada ao final da disciplina de ES evidenciando os desafios das abordagens históricas e as dificuldades de introduzi-las em sala de aula e de alguns relatos com as justificativas dos grupos que não efetivaram a atividade proposta. Esse momento foi analisado sob quatro diferentes perspectivas: caracterização dos textos produzidos, desafios na produção dos textos; aplicação dos textos em sala de aula; argumentos e motivação para não realizar a atividade de elaboração de materiais para inserção da HF no EM.

4º momento	
Promovendo a cultura científica no Ensino Médio: a produção de materiais textuais com viés histórico-problematizadores	
6.4.1 Caracterização dos textos produzidos	Categoria 6.4.1.1 Problematização inicial
	Categoria 6.4.1.2 Controvérsias entre teorias e personagens envolvidos
	Categoria 6.4.1.3 Citações de fontes históricas
	Categoria 6.4.1.4 Experimentação e a observação como prova científica
	Categoria 6.4.1.5 Síntese matemática
	Categoria 6.4.1.6 Relação ciência e sociedade
	Categoria 6.4.1.7 O caráter provisório do conhecimento e as certezas científicas
	Categoria 6.4.1.8 Relação dos modelos do passado com as

	explicações atuais e outras aplicações
6.4.2 Desafios na produção dos textos	Categoria 6.4.2.1 As fontes históricas de referência
	Categoria 6.4.2.2 As exigências do processo de produção de materiais textuais
	Categoria 6.4.2.3 A produção de materiais e a realidade profissional
6.4.3 Aplicação dos textos em sala de aula	Categoria 6.4.3.1 Estratégias metodológicas utilizadas na aplicação das atividades
	Categoria 6.4.3.2 O potencial educacional das temáticas abordadas no texto
	Categoria 6.4.3.3 A participação dos alunos nas atividades
	Categoria 6.4.3.4 Aprendizados e reflexões dos licenciandos sobre a prática
6.4.4 Argumentos e motivação para não realizar a atividade de elaboração de materiais para inserção da HF no EM	Categoria 6.4.4.1 Incertezas geradas nos licenciandos pelas abordagens históricas
	Categoria 6.4.4.2 A abordagem de aspectos históricos e a tradição do ensino
	Categoria 6.4.4.3 Compromisso com a boa história
	Categoria 6.4.4.4 As deficiências do curso de HF
	Categoria 6.4.4.5 A transferência de responsabilidade para o aluno
	Categoria 6.4.4.6 Os materiais históricos disponíveis

Quadro 18 – Visão geral do 4º momento da análise

6.4.1 – Caracterização dos textos produzidos

Nesse item, nosso objetivo é o analisar os dois textos produzidos expondo o conteúdo da natureza da ciência presente em cada um, assim como revelar o caráter implícito e explícito do que foi abordado. Os textos são encontrados na íntegra no anexo 1 (texto 1) e no anexo 2 (texto 2). O texto 1, que acabou sendo elaborado somente pelos licenciandos ED e FEL, é voltado para a 1ª série do EM e aborda o problema da queda dos corpos dentro de uma perspectiva que tenta revelar vários aspectos constitutivos da cultura científica. São evidentes os aspectos históricos, algumas reflexões sobre a natureza da ciência, o formalismo matemático e as explicações modernas para esse fenômeno. Já no texto 2, também para o 1º ano do EM e elaborado pelos licenciandos ED e FEL, tem características semelhantes, porém, versa sobre o problema das marés e as possíveis interpretações do problema.

Sob esse ponto de vista, propusemos oito categorias temáticas: origem histórica do problema e as relações com a sociedade; controvérsias entre teorias e personagens e a provisoriedade das teorias científicas; as citações de fontes históricas para expressar como o problema era abordado; experimentação como prova científica e a necessidade de resguardar as observações; sínteses matemática e as relações funcionais entre as grandezas envolvidas; relação entre ciência e sociedade; caráter provisório e as certezas científicas; e relação dos modelos do passando com as explicações atuais e outras aplicações. No quadro 19, apresentamos uma síntese do que foi observado em cada texto dentro das temáticas elencadas.

Com relação aos condicionantes da atividade docente, essas categorias se enquadram na dimensão “conhecimentos específicos”, e representam o conjunto de conhecimentos sobre a natureza da ciência que devem fazer parte dos conhecimentos professoral, como defendido por Shulman (1986). São eles que contribuem para a justificação, significação e ressignificação da Física para o aluno e, como elemento constitutivo da ciência, estiverem presentes nos textos produzidos num grau que evidencia grande amadurecimento dos licenciandos no levantamento de características que podem contribuir para uma melhor abordagem desses aspectos no EM.

Categoria	Texto 1 – O martelo e a pena (Queda dos corpos)	Texto 2 – As Marés
6.4.1.1 Problematização inicial	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta uma experiência intrigante realizada por astronautas na Lua sobre a queda dos corpos. • Faz vários questionamentos sobre o problema apresentado. • Resgatam na HF as explicações passadas para o fenômeno da queda dos corpos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta algumas atividades marítimas que dependem de informações sobre as marés. • Levanta alguns questionamentos sobre as possíveis causas do problema • Resgata na histórica algumas explicações míticas. • Mostra a desconfiança que existia no passado de que esse problema tinha relação com o movimento lunar e a configuração do cosmo.
6.4.1.2 Controvérsias entre teorias e personagens envolvidos	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta e desenvolve as visões de Aristóteles, Galileu e Newton para a queda dos corpos. • Cita a participação de personagens secundários (Nicolau Cabeo, Rocca di Savona, Vincenzo Ranieri). 	<ul style="list-style-type: none"> • Como o problema parecia ter origem na configuração do cosmo, resgata as controvérsias entre as concepções cosmogônicas vigentes. • Mostra como Galileu interpretou o fenômeno. • Coloca a teoria Newtoniana como capaz de explicar definitivamente o fenômeno. • Proporciona reflexões sobre o caráter coletivo da construção da ciência.
6.4.1.3 Citações de fontes históricas	<ul style="list-style-type: none"> • Cita um trecho da obra de Galileu (Diálogos sobre dois máximos sistema de mundo). • Utiliza-se de argumentos de uma fonte secundária (Alexandre Koyré) para desfazer uma caricatura 	<ul style="list-style-type: none"> • Situa a obra de Galileu (Diálogo) no contexto da época e apresenta um trecho em que defende a influência da rotação e da translação da Terra como a causa principal das marés. • Utiliza-se de trechos do “Principia” citar

	histórica (O experimento de Galileu na Torre de Pisa).	como Newton explica as diferenças de atuação da gravidade da lua em diferentes corpos.
6.4.1.4 Experimentação e a observação como prova científica	<ul style="list-style-type: none"> Evidencia o caráter idealizado do pensamento científico e as experiências observacionais da época como incapazes de comprová-las. Questiona se as crenças e concepções dos cientistas podem influenciar nos resultados dos experimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> Mostra que o modelo de Galileu para as marés não correspondia com as observações dos ciclos das marés. Questiona se o modelo para os fenômenos das marés proposto por Galileu e Newton eram passíveis de prova experimental.
6.4.1.5 Sínteses matemática	<ul style="list-style-type: none"> Faz uma síntese matemática para explicar a relação entre altura e tempo de queda. 	<ul style="list-style-type: none"> Mostra matematicamente como no pensamento newtoniano a força da gravidade varia com o inverso do quadrado da distância.
6.4.1.6 Relação entre ciência e sociedade	<ul style="list-style-type: none"> Explicita a influência das concepções da igreja no desenvolvimento de novas ideias. 	<ul style="list-style-type: none"> Evidencia o interesse que havia sobre o problema em função das grandes navegações.
6.4.1.7 O caráter provisório do conhecimento e as certezas científicas	<ul style="list-style-type: none"> Evidencia o erro cometido por Galileu ao suspeitar do valor da altura de queda de um corpo no primeiro segundo. 	<ul style="list-style-type: none"> Em função da interpretação imprecisa de Galileu questiona se devemos confiar cegamente nos cientista e suas teorias.
6.4.1.8 Relação dos modelos do passando com as explicações atuais e outras aplicações	<ul style="list-style-type: none"> Conclui o texto apresentando a influência da resistência do ar na queda dos corpos, para isso utiliza a situação da abertura de um paraquedas. Faz um quadro comparativo das interpretações de Aristóteles, Galileu e Newton na situação do paraquedas. 	<ul style="list-style-type: none"> Associa o modelo interpretativo de Newton com as explicações modernas para o fenômeno. Extrapolando dos fenômenos da marés nos oceanos para as marés na crosta terrestre e na atmosfera, mas não explora esses novos tópicos.

Quadro 19 – Síntese descritiva da caracterização dos textos produzidos

No geral os dois textos apresentaram uma boa diagramação, o que facilitou a visualização e a leitura; várias figuras que efetivamente ajudaram à compreensão dos tópicos abordados; uma linguagem razoavelmente adequada aos estudantes do EM; e recorrência a fontes de referência primárias, secundárias, a alguns livros recentes de física e ao conteúdo disponível em *sítes* que abordam o assunto tratado no texto.

Além do viés histórico, vale notar que outros aspectos da cultura científica estiveram presentes, tais como: o contexto social do momento histórico considerado; parte do formalismo matemático e aplicações ou compreensões mais recentes do problema focado. No decorrer dos dois textos havia várias questões que sugeriam debates sobre a natureza da atividade científica, apesar de o conteúdo disponibilizado nem sempre ser suficiente para respondê-las. Observamos também que os dois textos eram demasiadamente longos e, por vezes, adentraram em detalhes desnecessários para o objetivo da proposta.

A ideia de eventos ou situações problematizadoras do conhecimento prevista como um primeiro momento, foi apresentada, embora em nenhum dos textos essa situação tenha sido estritamente histórica. No texto 1, como problematização inicial, foi debatida uma experiência realizada na lua demonstrando a queda simultânea de uma pena e um martelo, o que já estava sugerido o título do texto, numa situação de ausência de ar atmosférico. Após vários questionamentos da situação, houve um resgate de como essa situação foi interpretada no passado por vários pensadores. Já no texto 2, a problematização partiu de algumas atividades marítimas que dependiam da movimentação das marés juntamente com questões que procuravam entender as possíveis causas para esse fenômeno. Assim, houve um resgate de explicações míticas para o problema e a desconfiança de que esse fenômeno tinha relação com a lua.

As características das problematizações apresentadas nos textos indicam que pode ocorrer que o problema histórico isoladamente não atraia a imaginação do estudante assim como atraiu as dos licenciandos no curso de HF. Na tentativa de transpor esse problema para a realidade do EM, os próprios licenciandos viram a necessidade de considerar o contexto atual ou passado e situar o problema histórico dentro da teia social da qual faz ou fazia parte. Isso indica que nos textos históricos voltados ao EM a apresentação do contexto dos problemas pareceram indispensáveis. No texto 1, inclusive, as relações entre ciência e sociedade foram colocadas para discussão com os alunos.

Acima, podemos constatar um conhecimento pedagógico de suma importância que emergiu do trânsito entre a fase formativa com a fase de atuação profissional como prever Pimenta & Lima (2011). Os licenciandos identificaram a importância do contexto para significar os conteúdos para os alunos do EM, pois um problema histórico de ordem estritamente científico, que pode fazer sentido para o professor, pode não ter um significado para o aluno. Podemos inferir disso que a problematização com a HF requer mais do que a apresentação de problemas internos da ciência, é necessário contextualizar o problema e considerar as duas dimensões da problematização aqui defendida, a freiriana e a bachelariana.

Na etapa de organização do conhecimento, os textos caminharam no sentido de debater as várias interpretações para os fenômenos utilizadas no passado. Foram apresentadas controvérsias entre teorias explicativas, assim como foram

feitas referências aos personagens envolvidos. No texto 1, isso se concretizou com o desenvolvimento das visões de Aristóteles, Galileu e Newton para o problema da queda dos corpos, tendo sido também foram citados as participações de personagens secundários. No texto 2, que se desenvolveu no sentido de associar o problema das marés às configurações do cosmo foram apresentadas as controvérsias entre várias concepções cosmogônicas. Em seguida foi feita uma discussão sobre a limitada interpretação de Galileu para as marés e, finalmente, foi apresentada a visão newtoniana como correta e capaz de explicar definitivamente o fenômeno. A leitura dos textos não deixou dúvida da tentativa dos licenciandos de evidenciar o caráter coletivo da construção da ciência e a diversidade de possibilidades interpretativas que foram necessárias para se chegar a uma interpretação mais próxima do que a concebemos hoje. Nos dois textos houve questões direcionadas a reflexões sobre do caráter coletivo da ciência e sobre os erros interpretativos, inclusive de grandes nomes da ciência.

O desenvolvimento desse material pedagógico foi caracterizado também por citações de diversas fontes históricas. No texto 1, foram citados trechos da obra “Diálogos sobre dois máximos sistema de mundo” de Galileu para apresentar como ele interpretava o problema da queda dos corpos com massas diferentes. Para desfazer a caricatura histórica sobre Galileu e o experimento da Torre de Pisa foram utilizados argumentos e personagens da obra de Alexandre Koyré, uma fonte secundária. Porém, nesse primeiro texto, não detectamos referências ao contexto dessas obras. Já no texto 2, quando houve a utilização da mesma obra de Galileu, foi considerado importante situar a obra no contexto da época para citar o trecho em que Galileu defende a influência da rotação e translação da Terra como causas das marés. Ainda no texto 2 foram citados trechos do “Principia” de Newton para justificar as diferenças de atuação da gravidade da Lua em diferentes corpos.

Pudemos perceber que os trechos citados das fontes históricas de referências foram pertinentes e inteligíveis aos alunos nos dois textos, de modo que o conteúdo textual baseado nas fontes secundárias auxiliou no entendimento das citações das fontes primárias. Apesar do potencial para ampliar o debate das questões apresentadas, as citações foram curtas, carecendo, portanto, de complementos explicativos e de melhor contextualização das circunstâncias de produção das fontes, conhecimento pedagógico, que na visão de Farato, Martins & Pietrocola (2012) são fundamentais para o trabalho com a HF no Ensino Médio.

Outra característica que podemos destacar nos textos foi o papel atribuído à experimentação e à observação como prova científica. No texto 1, tentou-se evidenciar o caráter idealizado das teorias científicas e a incapacidade das experiências observacionais para “comprová-las”. Essa estratégia mobiliza o estudante para debater como as crenças dos cientistas podem influenciar os resultados dos experimentos, como ocorreu com muitos que realizaram experimentos semelhantes ao da Torre de Pisa. No texto 2, foi evidenciado que um modelo explicativo precisa corresponder em algum nível às observações, caso contrário, será substituído por um modelo mais condizente. Dá subsídios para um debate envolvendo a prova experimental/observacional na ciência, em particular, mostra-se extremamente relevante no processo de construção do conhecimento científico na escola. Para Bachelard (1977), o debate sobre essa relação é fundamental na superação de visões caricaturais e de senso comum sobre o papel da observação/experimentação no empreendimento científico, além do que, a exposição dos alunos a fatos históricos que se contrapõem a suas visões de ciência, em geral empiristas, conduz ao processo de ruptura preconizado por Bachelard (1996).

Também como um elemento constitutivo da cultura científica, as sínteses matemáticas estiveram presentes nos dois textos. No texto 1, elas apareceram para explicar a relação entre altura e tempo de queda dos corpos. Já no texto 2, foi mostrado matematicamente como no pensamento newtoniano a força da gravidade varia com o inverso do quadrado da distância. Apesar de terem priorizado as relações funcionais entre as grandezas, os textos por si só não pareciam suficientes para permitir a compreensão das relações evidenciadas, havendo necessidade então de o professor complementar as explicações.

A relação entre ciência e sociedade também foram abordadas. No primeiro texto foi explicitada a influência das concepções da igreja no desenvolvimento da ciência, como ocorreu na defesa do pensamento aristotélico. Esse aspecto pareceu ser marcante para os autores, tanto é que colocaram após essa passagem uma questão para ser debatida em sala de aula relativa às influências da sociedade para o progresso da ciência. No texto 2, apesar de não ter sido discutido explicitamente, foi colocado o interesse que havia sobre os problemas das marés em função das grandes navegações.

Além disso, apareceram tentativas de evidenciar o caráter provisório do conhecimento e das certezas científicas. No texto 1, isso pode ser constatado de forma implícita no trecho em que se chamou atenção para o erro cometido por Galileu ao suspeitar do valor da altura de queda de um corpo no primeiro segundo. Já no texto 2, esse aspecto foi mais explícito em função da interpretação imprecisa de Galileu sobre as marés. Aproveitando essa passagem, foi lançada uma questão para debate com os alunos abordando a crença cega nos cientista e em suas teorias.

Na última parte dos textos, o da aplicação do conhecimento, foram feitas tentativas de relacionar os modelos do passado com as explicações atuais e outras aplicações. No texto 1, isso foi feito apresentando-se a influência da resistência do ar na queda dos corpos e utilizando como exemplo a situação de um paraquedas. Também foi apresentado um quadro comparativo das interpretações de Aristóteles, Galileu e Newton para essa situação. No texto 2, foi associada a interpretação newtoniana das marés com aquela aceita atualmente. Para além das marés oceânicas, o texto afirmou que existem as marés na crosta terrestre e na atmosfera, mas não houve uma exploração adequada desses tópicos.

Na avaliação geral, os textos seguiram os três momentos propostos, problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, sem uma demarcação precisa entre elas. Alguns tópicos relativos à natureza da ciência foram mais explícitos enquanto outros mais implícitos. Percebemos também algumas colocações questionáveis do ponto de vista histórico, mas nada seriamente comprometedor. Encontramos muitas passagens nos dois textos que transmitiram uma visão de desencadeamento linear do conhecimento o que entra em choque com a proposta de problematizar em torno de controvérsias. Entretanto considerando que essa foi a primeira vez que os licenciandos elaboraram materiais com esse objetivo, era de se esperar que esses tipos de dificuldades aparecessem, podendo ser superadas nos próximos desafios, num processo contínuo de ressignificação da prática docente e na direção da autonomia.

6.4.2 – Os desafios da produção dos textos

Considerando a atividades da produção dos textos dentro da entrevista semiestruturada realizada ao final do curso de ES, tentamos identificar os principais

desafios enfrentados pelos cinco licenciandos dos dois grupos que efetivamente participaram e se envolveram nessa atividade. As descrições das falas apontaram para: uma escassez de materiais históricos que possam dar suporte a essas temáticas no EM; uma exigência de criatividade e participação de licenciandos que não estão familiarizados com a produção textual; e dificuldades que esse tipo de tarefa pode representar durante a atuação profissional. As categorias propostas foram: fontes históricas de referência; exigências do processo de produção de materiais textuais; e produção de materiais na realidade profissional. O quadro 20 apresenta uma síntese das falas que estão descritas no apêndice 4.

Categoria	Subcategoria	O quê comunica?
6.4.2.1 Fontes históricas de referência	A origem dos textos históricos	<ul style="list-style-type: none"> • A principal fonte de pesquisa é a internet, mesmo assim existem poucos materiais e de origem duvidosa; • Os textos utilizados no curso de HF forneceram bons subsídios, mas precisam ser simplificados para serem entendidos por alunos do ensino médio;
	Características das fontes históricas encontradas	<ul style="list-style-type: none"> • Existem tópicos da Física que são pouco explorados nos materiais históricos. Em geral aparecem os personagens e situações históricas mais conhecidas; • As fontes encontradas deixam um vazio entre o pensamento grego e o pensamento do século XVII; • Alguns textos do curso de HF são mais facilmente transponíveis para o ensino médio e outros não.
6.4.2.2 Exigências do processo de produção de materiais textuais	A seleção de materiais históricos viáveis para o EM	<ul style="list-style-type: none"> • Existem situações históricas difíceis de serem entendidas, portanto, é um desafio selecionar materiais que apresente o que é mais importante e possível de debater com os alunos do EM; • É um desafio selecionar passagens relevantes de textos originais e transpô-las para os alunos do EM; • A utilização do guia para mapear o problema histórico ajudou a captar os principais personagens e as controvérsias do problema abordado em alguns textos.
	A produção de textos não é tarefa comum na licenciatura	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de elaboração de textos é trabalhoso, exige tempo de pesquisa e muitas leituras; • A produção textual não é costume no curso de licenciatura; • Os desafios para a elaboração do texto é um processo criativo importante para a formação.
	As dificuldades de lidar com o novo	<ul style="list-style-type: none"> • Não é fácil nos textos relacionar de forma adequada as ideias do passado com as forma de pensamento atual; • Textos com abordagem de aspectos históricos, em geral, é novidade e isso dificulta a elaboração de novos materiais.
6.4.2.3	A realidade profissional	<ul style="list-style-type: none"> • É muito difícil na escola ter acesso aos materiais históricos;

Produção de materiais na realidade profissional	dificulta a produção de materiais pelo próprio professor	<ul style="list-style-type: none"> • A configuração da prática profissional dificulta a produção própria de materiais para uso em sala de aula; • Inserido na realidade profissional não dispomos de tempo para a produção de materiais.
---	--	--

Quadro 20- Síntese descritiva dos desafios da produção dos textos

Dentre os vários obstáculos que foram enfrentados na produção dos textos as fontes de referências históricas foram apontadas pelos licenciandos como um dos principais. Apesar do crescente número de publicações, a disponibilidade e o acesso a materiais históricos ainda tem sido limitado, principalmente aqueles direcionados ao EM. Assim sendo, o aspecto histórico dos textos produzidos tiveram como fontes principais sites disponíveis na internet e os materiais históricos disponibilizados na disciplina de HF.

Para os licenciandos, os materiais disponibilizados na internet, além de não serem em grande número, apresentam origem e conteúdo histórico duvidoso. Já os materiais disponibilizados na disciplina de HF mostraram-se mais confiáveis e forneceram um bom subsídio. Dentre esses materiais observaram dois tipos: os que são mais facilmente transponível ao ensino médio e os que precisam de simplificações para ser entendidos. Esse último aspecto foi uma exigência considerada difícil, pois a transposição didática para o EM envolve escolher o que há de mais importante e possível ao nível dos alunos e, quando se trata de uma fonte primária, saber selecionar as passagens que sejam relevantes. Nesse sentido, os licenciandos consideraram que os guias disponíveis no apêndice 5 deram uma boa contribuição.

Portanto, o desafio aqui apresentado envolve mais do que habilidades pedagógicas, abarcando um mínimo de conhecimento histórico para saber selecionar as fontes históricas confiáveis dentro do conteúdo de interesse. Além disso, quando necessário, é preciso fazer simplificações de modo a permitir o entendimento dos alunos sem cometer infrações do ponto de vista da historiografia atual.

Ainda com relação às fontes, os licenciandos observaram que se caracterizam por privilegiar personagens e situações históricas mais conhecidas deixando, dessa forma, de explorar alguns momentos históricos. Citaram como exemplo o vazio histórico que existe entre o pensamento grego e o pensamento do século XVII. Os aspectos levantados pelos licenciandos com relação às fontes

históricas são relevantes e carecem de mais atenção por parte dos pesquisadores que atuam na área de história da Física. Cabe chamar atenção também para os cuidados envolvidos na seleção dos materiais históricos que serão utilizados na formação inicial, pois foi de lá que saíram as principais referências para a elaboração dos textos, conforme nossa interpretação das falas dos licenciando.

O que foi levantado até aqui, é um retrato do caminho que a tradição do ensino de Física vem traçado, desvalorizando os aspectos relativos à natureza do conhecimento científico. As dificuldades para encontrar fontes históricas seguras e num nível inteligível ao Ensino Médio, em parte, é resultado das demandas da tradição que foca quase que exclusivamente os princípios fundamentais da Física presentes na natureza dos conceitos. Na tradição do ensino de Física no EM praticamente não há demandas para a justificação do conhecimento, o que reduz a disponibilidade de materiais com foco na natureza do conhecimento.

A brecha histórica apontada pelos licenciandos entre os gregos e o século XVII também é fruto dessa tradição que, ao assentar-se em nomes e fatos históricos isolados, simplesmente para reforçar as concepções científicas atuais, menospreza os processos envolvidos. O intervalo de tempo histórico apontado pelos licenciandos, se fosse bem explorado, poderia ser um bom exemplo de como o contexto histórico impacta na produção do conhecimento. Nesse período, existiram personagens, fatos, experiências, questionamentos e concepções filosóficas que prepararam os novos tempos de ciência que vieram no séc. XVII. Assim, defendemos que esse período também seja revisitado pela tradição do ensino e pela historiografia da ciência, a fim de fornecer mais subsídios aos professores.

Outro enfrentamento apontado pelos licenciandos foi o da produção do texto em si. A despeito de terem considerado a elaboração de textos um processo criativo e importante para a sua formação, afirmaram que é trabalhoso e que exige muito tempo despendido em buscas de textos e em suas leituras, algo que nas condições às quais estão submetidos no final do curso de Física se torna quase que inviável. Além do mais, argumentam que não estão acostumados com a produção textual, por não ser uma atividade comum no curso de licenciatura em Física. Somado a isso, o caráter de novidade dos aspectos históricos no EM gera dificuldade de se fazer num texto uma boa interlocução entre as ideias do passado com as formas de pensamento atualmente aceitas e nas quais se está inserido.

Considerando suas vivências na escola, os licenciandos conseguem projetar esse desafio da produção de materiais dentro da realidade profissional. Informam que na escola o acesso aos materiais históricos é ainda mais difícil, subentendendo então que, conforme a futura configuração da prática profissional, com pouca disponibilidade de tempo, a produção própria de materiais para uso em sala de aula ficará praticamente impossibilitada.

A estruturação das aulas e a atribuição dos professores na escola, imposta pelas forças sistêmicas, correm contra atividades de cunho reflexivo. As duas aulas semanais de Física para cumprir o extenso currículo cobrado nos exames externos, alija do processo formativo, qualquer tentativa de leitura e de debate exigidos num estudo de justificação histórica do conhecimento. Nesse contexto, a atividade do professor se reduz à reprodução de pacotes pré-estabelecidos em que sua autonomia intelectual, segundo Contreras (2002), é desconsiderada. Isso justifica o pessimismo dos licenciandos com relação à produção de materiais na futura prática profissional. Essa realidade requer mobilização dos professores, principalmente no sentido de propor alternativas que possibilitem ampliar o tempo com os alunos e para o desenvolvimento de sua intelectualidade na escola. Uma saída, ao menos que parcial, tem sido timidamente implantada em alguns estados brasileiros com as escolas em tempo integral. Essa proposta é uma boa oportunidade de ampliarmos o tempo disponível para o ensino de Física dentro de uma concepção reflexiva e significativa.

Ainda nessa etapa, percebemos o grau de maturidade dos licenciandos ao mapearem os principais problemas enfrentados na produção dos textos. Apontaram problemas relevantes, uma vez que são similares aos enfrentamentos relatados pelas pesquisas voltadas à dimensão histórica no EM, como podemos ver em Farato, Martins e Pietrocola (2012). Os pontos colocados também sugerem mudanças nos cursos de HF no sentido de se tornar um momento de subsidiar a ação do futuro professor na produção e seleção de materiais históricos voltados ao EM.

Sugere também que há que se considerar o contexto escolar nas propostas de produção de materiais históricos para uso em sala de aula, uma vez que o ambiente escolar tem sido dominado pelo trefismo sistêmico que tem impedido o professor de desenvolver-se intelectualmente.

6.4.3 – A aplicação dos textos em sala de aula

Nessa perspectiva de análise, o interesse recai sobre as impressões e enfrentamentos dos licenciandos ao aplicarem os textos produzidos em sala de aula do EM. Em função do momento em que foram aplicados nas turmas do EM (final do 2º semestre de 2011), não ocorreu que os licenciandos produzissem os relatos das aulas em tempo hábil, assim, foi necessário o pesquisador realizar entrevistas finais da disciplina ES, as quais possibilitaram verificar: as estratégias metodológicas utilizadas nas atividades; o potencial problematizador das temáticas tratadas nos textos; o nível de participação dos alunos; e algumas reflexões dos licenciandos.

As categorias propostas para a compreensão dos dados são: estratégias metodológicas utilizadas na aplicação das atividades; potencial educacional das temáticas abordadas no texto; participação dos alunos nas atividades e aprendizados e reflexões dos licenciandos sobre a prática. As impressões coletadas referentes a cada categoria estão sintetizadas no quadro 21, enquanto as transcrições das falas podem ser acessadas no apêndice 4.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.4.3.1 Estratégias metodológicas utilizadas na aplicação das atividades	Grupos de leitura buscando resposta para as questões apresentadas no texto	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de grupos para leituras e debate local do texto, sem uma discussão com toda a turma, associada com atribuição de notas para as respostas das questões disponíveis que deveriam ser entregues ao final da aula. • Formação de grupos para leitura e elaboração de respostas para as questões apresentadas no texto, sem debate, e valendo como nota de recuperação.
	Grupos de leitura visando ao debate com a turma	<ul style="list-style-type: none"> • Divisão da turma em grupos com revezamento de leituras do texto em voz alta pelos alunos e com interrupções para explicação e verificação de entendimento.
6.4.3.2 Potencial educacional das temáticas abordadas no texto	Temáticas com potencial	<ul style="list-style-type: none"> • As concepções aristotélicas sobre o movimento de queda gerou interesse nos alunos. • As polêmicas nas relações entre a ciência e religião se mostram potencialmente motivadoras. • O problema da queda dos corpos com massas diferentes envolveu bastante os alunos. • As questões sobre a natureza da atividade científica apresentadas no decorrer do texto geraram inquietação nos alunos.
	Tema com potencial questionável	<ul style="list-style-type: none"> • O problema das marés aparentou não ser um tema chamativo para o aluno.
6.4.3.3 Participação dos	Busca mecânica por respostas visando notas	<ul style="list-style-type: none"> • Há a tendência de buscarem mecanicamente fragmentos que respondam às questões propostas sem a

alunos nas atividades		<p>leitura e debate do texto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Os alunos somente realizam atividades mediante a obtenção de notas.
	Desconfiança em participar de estratégias estranhas as aulas tradicionais de Física	<ul style="list-style-type: none"> Não estão acostumados com estratégias dialógicas nas aulas de Física de modo que os aspectos históricos são encarados mais como curiosidades e conversas do que como assunto da Física. Em geral não sabem gerenciar a autonomia dada pelo professor para a leitura e desenvolvimento da atividade. Alguns reclamam do uso de estratégias das ciências humanas nas aulas de Física. Muitos alunos não apreciam leituras de texto e envolvimento nos debates e se recusam a fazerem leituras em voz alta.
	Aumento da participação quando apresentados a polêmicas e atualidades	<ul style="list-style-type: none"> Participam mais quando são apresentadas polêmicas históricas que se relacionam com as temáticas da atualidade. Se a problema gerar interesse e instigar o aluno, eles comentam, participam e produzem novos questionamentos.
6.4.3.4 Aprendizados e reflexões dos licenciandos sobre a prática	O papel do professor na apresentação e acompanhamento das atividades	<ul style="list-style-type: none"> Dar autonomia para os grupos de alunos leem o texto pode não funcionar, eles se dispersam e não leem. É necessário o acompanhamento do professor na leitura. A forma como o professor propõe a atividade pode fazer com que ela perca a relevância para o aluno.
	Os materiais e metodologias devem ser compatíveis com o EM	<ul style="list-style-type: none"> Os textos utilizados devem ter uma linguagem adequada para o EM. Estratégia que utiliza textos longos demais cansa e desmotiva o aluno.
	Adequação da atividade ao tempo disponível	<ul style="list-style-type: none"> As aulas duplas são mais indicadas para esse tipo de atividade. É necessário delimitar mais precisamente a estratégia ao tempo de aula.
	Necessidade de complementação da atividade principal com atividades acessórias	<ul style="list-style-type: none"> Acrescentar outros elementos como vídeos e pequenos experimentos demonstrativos pode ser motivador para o aluno.
	A realização de atividades diferenciadas marca a trajetória formativa do aluno	<ul style="list-style-type: none"> As atividades que desvirtuam do tradicional marcam positivamente a trajetória formativa do aluno de modo que ficam guardadas em sua memória.

Quadro 21 – Síntese descritiva da aplicação do material produzido no Ensino Médio

Nesta parte do trabalho, em que focamos a aplicação dos textos em sala de aula, capturamos, dentro das dimensões condicionantes da ação do professor, elementos relativos aos conhecimentos específicos, ou seja, aprendizados de ordem pedagógica que emergiram das percepções dos licenciandos sobre suas atividades em sala, contudo, fortemente influenciada pelas forças sistêmicas e pelas heranças culturais do ensino de Física.

Cabe esclarecer que o trabalho com os textos em sala foi prejudicado em função do momento vivenciado nas escolas que se caracterizava pelo final do segundo semestre em que o número de alunos era reduzido e as ações estavam voltadas para atividades de recuperação.

As estratégias utilizadas por parte dos licenciandos para o trabalho com os textos se assemelharam, de algum modo, às atividades tradicionais para obtenção de resultados quantitativos. Os quatro licenciandos que aplicaram o material optaram por formação de grupos para leitura, mas com enfoques bem distintos. Um dos licenciandos optou pelo debate local com cada grupo de alunos respondendo às questões do texto, as quais deveriam ser entregues ao final da aula valendo nota. Um segundo licenciando optou por não fazer o debate nem com os grupos e nem com a turma. Ao invés disso, sugeriu a leitura e a elaboração de respostas para as questões como parte da atividade avaliativa de recuperação. Dois outros licenciandos direcionaram a atividade para o revezamento da leitura em voz alta pelos alunos com interrupções para explicação e verificação do entendimento.

Diante das estratégias adotadas, percebemos que o momento de aplicação da atividade foi inapropriado, ao menos em uma das escolas onde os dois primeiros licenciandos atuaram. Nesses dois casos em específico, pudemos perceber que o processo dialógico que se previa inicialmente e que norteara a elaboração dos materiais não foi potencializado ou mesmo considerado em função das demandas do contexto escolar que são delimitadas pelas forças sistêmicas e também por falta de conhecimento pedagógico por parte do professor.

Faz parte das atividades profissionais do professor a geração de notas para cada um dos alunos, principalmente no EM. Do ponto de vista sistêmico, são esses dados quantitativos que geram estatísticas que induzem à proposição de políticas públicas de educação. Por força dessa demanda, professores e alunos passam a direcionar atividades quase que exclusivamente no sentido da obtenção desses dados. Assim o elemento motivador da atividade educativa deixa de ser o conhecimento e passou a ser a nota. Vejamos o trecho abaixo relatado por Ro.

Ro - [...] Eu achei que a participação foi muito baixa. Eu também senti dificuldade na maneira que eu deveria trabalhar o texto com os alunos, eu não sei como seria melhor e acabei focando na cobrança das questões para que eles me entregassem ao final da aula, se não cobrar pode esquecer que eles não vão fazer nada, tem que cobrar alguma coisa deles, como se fosse trabalho e valendo nota.

No trecho, percebe-se uma inversão de valores, ao invés dos envolvidos aproveitarem e vivenciarem uma experiência de vida e social diferente, optam pela tradicional relação pergunta-resposta prevendo a obtenção de resultados que garantam notas.

Por outro lado, os licenciandos que caminharam num sentido oposto, abrindo espaço para um processo mais dialógico e participativo nas leituras dos textos históricos, tiveram que enfrentar as amarras das heranças culturais do Ensino de Física. Veja o trecho que segue:

Fel – A dificuldade realmente foi os alunos não estarem acostumados com esses tipos de debates, eu pude perceber isso. Quando a gente chama para o debate eles acham estranho isso na física. Você começa a falar sobre os aspectos históricos, isso para eles é uma conversa e não uma aula de física.

Moldados dentro de uma tradição cultural que transmite o conhecimento científico dentro do viés da precisão quantitativa, os alunos acabam por considerar os conhecimentos relativos à natureza da ciência como “falácia” ilustrativa. É uma condição psíquica que foi construída dentro da unidimensionalidade cultural reinante (Horkheimer & Adorno, 1962). Os alunos, acostumados a receberem passivamente os conhecimentos transmitidos pelo professor sem a mínima justificação, passam a estranhar qualquer ação que desvie dessa configuração de ensino. A modificação desse quadro passa inevitavelmente pela intensificação de atividades de cunho participativo em sala de aula que, por um lado, desafia o professor a fazer um afastamento da tradição e, por outro, dá oportunidades ao aluno de se tornar um sujeito ativo no processo de aprendizado.

Entretanto, dados da experiência vivenciada pelos licenciandos, revelam que o contexto da escola tem um papel decisivo no desenvolvimento de determinados tipos de atividades. Os objetivos formativos ditam as possibilidades pedagógicas possíveis nesses ambientes, como já foi considerado em outras partes deste trabalho. Na escola em que os dois primeiros licenciandos atuaram, por ter um caráter técnico, além de privilegiar atividades valendo notas, as ações pedagógicas são voltadas para obtenção de respostas dos alunos, assim há pouco espaço para ações dialógicas. Isso é reforçado nas falas dos licenciandos que denunciam as posturas imediatistas dos alunos na busca por fragmentos do texto que possibilitassem as respostas das questões apresentadas e pelas reclamações do uso de estratégias das ciências humanas nas aulas de Física.

Já na segunda escola, em que atuaram os outros dois licenciandos, uma escola estadual, verificamos que houve mais espaço para ação de cunho participativo. Os licenciandos perceberam que o debate pode ser ampliado e novos questionamentos foram apresentados quando os aspectos históricos tinham relação com temáticas da atualidade que eram de interesse dos alunos ou que colocavam em xeque suas concepções de senso comum.

Com relação às temáticas abordadas nos textos, foi observado que a queda dos corpos com massas diferentes se mostrou potencialmente problematizadora e motivadora, assim como as interpretações aristotélicas sobre esse fenômeno e as polêmicas envolvendo a igreja e a ciência. Por outro lado, o problema das marés aparentemente não se constituiu como um tema chamativo para os alunos. Essas constatações indicam que temáticas que tem relação mais direta com a vivência dos alunos, são fontes de interesse e, portanto, mais apropriadas para compor materiais didáticos para o EM, como ocorreu no texto sobre a queda dos corpos, em especial na contraposição igreja e ciência. Em contrapartida, o texto com a problematização sobre as marés, por ser mais próximo do contexto dos praticantes da ciência e mais distante dos problemas do cotidiano das pessoas comuns, gerou menos envolvimento dos alunos.

As reflexões sobre as estratégias metodológicas adotadas levaram ao reconhecimento entre os licenciandos de que a forma como se propõe a atividade pode fazer com que ela perca a relevância para os alunos, como ocorreu nos dois primeiros casos em que foi abordado o problema das marés. Esse é um aspecto importante a ser considerado como aprendizado profissional. Associado a isso, reconheceram também que o professor tem um papel decisivo no acompanhamento das leituras nos grupos, pois deixar os alunos livres pode conduzir à dispersão e a não realização das atividades, uma vez que eles não ainda não têm maturidade para gerenciar a autonomia dada pelo professor.

Os licenciandos defenderam que as atividades que desvirtuam da tradição podem ser marcantes na trajetória formativa dos estudantes, como foi o caso da abordagem de aspectos históricos, mas acreditam que precisam ser complementadas com outras atividades como vídeos e experimentos, para isso indicam as aulas duplas para realizá-las. Observaram também que, no caso dos

textos, além de ser necessária uma linguagem mais adequada aos alunos, não devem ser longos demais para não desmotivá-los.

Apesar de todos os problemas apresentados nas aplicações dos textos, o nível de percepção dos licenciandos relativos ao processo no qual estavam inseridos foi bastante considerável, haja vista que conseguiram fazer um bom mapeamento das potencialidades da atividade, elencaram os principais desafios enfrentados e, diante deles, apontaram sugestões para os próximos trabalhos dessa natureza. Então, acreditamos que toda a experiência proporcionada, desde a produção até a aplicação dos textos em sala de aula, representou um momento muito rico na formação desses indivíduos que agora estão mais preparados para os desafios que envolvam a abordagens históricas no EM e para ter autonomia para a produção de materiais para uso em sala de aula.

6.4.4 – Argumentos e motivações da recusa da atividade de elaboração de materiais e inserção da HF no Ensino Médio

No final do 2º semestre de 2011, momento em que esperávamos a conclusão dos textos pelos licenciandos para uma possível aplicação nas aulas do EM, defrontamo-nos com o discurso de recusa em concretizar a tarefa que havia sido previamente aceita e debatida como uma possibilidade pedagógica para a abordagem histórica. Na entrevista, realizada ao final da disciplina, o pesquisador buscou junto aos licenciandos justificativas para tal situação. A interpretação das falas dos licenciandos na entrevista possibilitou-nos propor as seguintes categorias: incertezas geradas nos licenciandos pelas abordagens históricas; abordagem de aspectos históricos e a tradição do ensino; deficiências do curso de HF; compromisso com a boa história; deficiências do curso de HF e qualidade dos materiais históricos disponíveis. No quadro 22, listamos as seis categorias que foram as mais significativas para a análise.

Categoria	Subcategoria	O que comunica?
6.4.4.1 Incertezas geradas nos licenciandos pelas abordagens históricas	Falta de confiança para sustentar as incertezas desencadeadas por um debate histórico	<ul style="list-style-type: none"> • As discussões sobre a HF colocam em xeque algumas certezas científicas e isso é difícil de trabalhar com os alunos. • Falta confiança para sustentar um debate sobre os conhecimentos de HF.
	O conhecimento histórico precisa se consolidar para poder ser considerado pelo	<ul style="list-style-type: none"> • O processo de compreensão da natureza da ciência pelo licenciando precisa se consolidar para que seja possível trabalhar com mais confiança com a HF;

	iniciante a professor	<ul style="list-style-type: none"> • Por ser um desafio novo, a transposição didática dos aspectos históricos do nível da graduação para o Ensino Médio gera insegurança e precisa ser aprofundada no curso.
	Interferência no reconhecimento do iniciante como professor de Física	<ul style="list-style-type: none"> • Considerando a natureza dialógica dos aspectos históricos, abordá-los nas primeiras experiências profissionais pode interferir no processo de reconhecimento do licenciando como professor de Física da turma.
6.4.4.2 Abordagem de aspectos históricos e a tradição do ensino	Receio em trabalhar fora da tradição	<ul style="list-style-type: none"> • O licenciando fica receoso em trabalhar fora da tradição da Física, o que é exigido nas abordagens históricas. • A abordagem de aspectos históricos pode atrapalhar o andamento das aulas tradicionais, já bastante perturbadas pelas discontinuidades dos encontros.
	Dificuldade de conciliar conteúdos históricos com os conteúdos curriculares tradicionais	<ul style="list-style-type: none"> • As avaliações e currículos exigem o conhecimento de Física baseado na precisão quantitativa, mas os conhecimentos históricos são baseados em questões abertas e interpretativas. • Os licenciandos têm dúvidas de como conciliar temporalmente os aspectos históricos com os conteúdos da tradição curricular cobrados nas avaliações externas.
6.4.4.3 Compromisso com a boa história	Dificuldade de apresentar uma boa história no EM	<ul style="list-style-type: none"> • Não dominando os elementos necessários para propor uma boa história, o licenciando opta por não considerá-la no EM. • Não considerou a história no EM para não replicar as concepções históricas equivocadas da tradição formativa.
6.4.4.4 Deficiências do curso de HF	O curso de HF não subsidiou a abordagem histórica de determinados tópicos	<ul style="list-style-type: none"> • O curso de HF não contemplou suficientemente alguns tópicos históricos (termodinâmica) e isso prejudicou sua abordagem no EM. • O curso de HF poderia ser ampliado para aprofundamentos em todos os tópicos da Física.
	O curso de HF não forneceu conhecimentos pedagógicos suficientes	<ul style="list-style-type: none"> • Os aspectos pedagógicos para abordagens da HF não foram suficientes durante o curso. • Houve orientação suficiente para produção do texto e não para a aplicação. • Parte dos seminários teóricos que os licenciandos devem apresentar sobre a aplicação da HF no ensino, poderia ser substituído pela produção de material histórico para o EM. Com isso ao final do curso teríamos materiais para utilizar em sala e disponibilizar para outros.
6.4.4.5 Transferência de responsabilidade para o aluno	Os alunos não estão disponíveis para leituras e abordagens interpretativas	<ul style="list-style-type: none"> • Os alunos não estão muito dispostos para leituras e debates. • Os alunos não estão acostumados com abordagens interpretativas da ciência e elas não são cobradas nas avaliações externas. • As turmas são heterogêneas com alunos com objetivos muito diversificados.
6.4.4.6 Qualidade dos materiais históricos disponíveis	Existem poucos materiais históricos de referência para o EM	<ul style="list-style-type: none"> • São escassos os materiais de suporte para uma abordagem histórica. • A produção de texto deve ser suportada por boas referências históricas, algo de difícil acesso. • É necessário melhores referências que

		orientem o professor na abordagem de elementos históricos no EM.
	As escolas poderiam disponibilizar materiais históricos	<ul style="list-style-type: none"> • A escola poderia disponibilizar materiais com abordagens históricas, como disponibilizam os livros didáticos.
	Os materiais históricos são pensados na perspectiva do especialista	<ul style="list-style-type: none"> • Os materiais históricos, em geral, são elaborados na perspectiva do especialista e não do ensino. • Os textos utilizados, em geral, defendem a importância da HF no ensino, mas não fornecem subsídios suficientes para a produção do texto e para sua aplicação no EM.

Quadro 22 – Síntese descritiva dos argumentos e motivações da recusa da atividade de elaboração de materiais e inserção da HF no Ensino Médio

As categorias dessa parte do trabalho abarcam dois perfis argumentativos característicos dos licenciandos que não elaboraram os materiais de cunho histórico: os relacionados às heranças culturais do ensino de Física, que envolvem as incertezas geradas pelas abordagens históricas dentro da tradição e, os argumentos os eximem da responsabilidade, transferindo-a para fatores alheios a si próprios, o que envolvem responsabilizar o curso de HF, o aluno e a disponibilidade de materiais disponíveis.

Como foi discutido em outros pontos deste trabalho, a tradição do ensino de Física na qual o licenciando foi formado e está inserido tem se configurado como um fator importante para a recusa das propostas de mudanças. Tomando como base Horkheimer (2008), pode-se dizer que a constituição psíquica dos futuros professores carregam as marcas dessa tradição e a tendência de sua perpetuação, permitindo que a situação permaneça no estado em que está.

No ensino, o predomínio do espírito de conservação da tradição tem relação com a opção pela zona de conforto, uma vez que a proposta para elaboração dos textos envolvia um esforço extra do ponto psíquico e da disponibilidade pessoal. Aliado a isso, junção de fatores de ordem sistêmica e organizacional agravam a situação, o primeiro, impondo uma redução do tempo disponível para vivências mais efetivas com o conhecimento, já que dispomos hoje apenas de duas aulas semanais de Física. O segundo, que diz respeito à gestão e organização das atividades, particularmente nas escolas públicas, que têm imposto frequentes interrupções nas aulas.

Um dos argumentos utilizados, referiu-se às incertezas geradas com relação às abordagens históricas em sala. Percebe-se a falta de confiança para sustentar debates que colocam em xeque as concepções de ciência propagadas

tradicionalmente. Para eles é necessário consolidar o conhecimento histórico para poder se trabalhar com mais segurança em suas aulas. Acrescentaram ainda que, por ser novidade, a transposição didática dos aspectos históricos do nível da graduação para o EM carregou desafios que precisariam ser aprofundados nos curso de HF. Essas concepções podem ser sintetizadas na fala do licenciando MAU.

Mau – Acho que esse processo de desmistificação da ciência tá ocorrendo mais comigo agora, estou num processo reflexivo sobre isso, mas ainda não consegui fazer com que isso chegue aos alunos. Como estou num processo de compreensão de tudo isso, fico receoso de colocar essas questões das incertezas científicas para os alunos e não conseguir argumentar. Isso foge da Física na maneira tradicional. Os alunos podem me questionar isso e eu não conseguir sustentar.

Da citação, infere-se que a disciplina HF dentro do curso de licenciatura deve estar além da compreensão da natureza da ciência pelo aspirante a professor. Deve-se aumentar os vínculos entre os saberes específicos da natureza da ciência com os conhecimentos necessários para sua transposição didática no ambiente de atuação profissional, de modo a minimizar o tempo entre a “desmitificação da ciência” por parte do licenciando e seu domínio para ensiná-la.

É interessante notar que o receio citado pelo licenciando em “colocar as incertezas científicas” tem relação com a tradição do ensino das ciências. Os alunos cujas concepções foram e são formadas nessa tradição esperam da Física um conjunto de conhecimento que dê conta dos fenômenos com exatidão de certeza e do professor de Física, um sujeito que transmite esses conhecimentos segundo um padrão bem característico de precisão quantitativa. Então, as questões abertas e interpretativas promovidas pela HF podem interferir no processo de reconhecimento do licenciando como professor de Física da turma, o que pode fragilizar a relação de poder estabelecida entre educando e educadores. Percebe-se também que a concepção educativa expressa na fala do licenciando prever a autoridade de um detentor infalível do conhecimento, no caso o professor, o que reforça a concepção de ensino tradicional criticada por Freire (1978).

Os licenciandos citaram também como obstáculo, a dificuldade de conciliar os conteúdos históricos e os conteúdos tradicionais, principalmente os cobrados nos exames externos, argumentando que essa dimensão do conhecimento não é cobrada nesses exames. Nesse argumento, percebe-se como as forças coercitivas sistêmicas podem ditar os rumos do processo formativo. Essa visão carrega a

limitação da crítica transcendente da educação que busca fora da trama vivida, a justificativa que garanta a existência e a validade do processo de formação dos indivíduos, é o aprisionamento do indivíduo ao reino das necessidades Freitag (1986). Em outras palavras, o ensino da Física se justifica em função das cobranças da etapa posterior ao Ensino Médio.

A busca por um ambiente escolar mais intelectualizado passa necessariamente pela negação desse objetivo unidimensional do Ensino Médio. Há que se resgatar a imanência do processo educacional que valorize a oportunidade de diversidade das vivências formativas, que tenha como eixo principal o conhecimento como elemento de emancipação do homem e como meio de explorar e compreender a cultura e o mundo em que se insere, fornecendo, dessa forma, todas as planas e as relações de poder que constituem o conhecimento. As pressões sistêmicas e da tradição têm um impacto muito grande sobre o dia a dia do professor em sala e ditam fortemente os objetivos formativos, fato que precisa ser considerado na proposição de mudanças.

Outro problema apontado é como inserir os aspectos históricos na programação temporal da escola, que conta atualmente com duas aulas semanais de Física. Para eles, a abordagem de aspectos históricos poderia atrapalhar o andamento das aulas tradicionais, já bastante perturbadas pelas discontinuidades dos encontros com os alunos em função dos fatores organizacionais e disciplinares. Nos trechos das transcrições a seguir, DI e FER expressam essas preocupações:

Di - [...] Outro problema é como inserir isso (HF) dentro da programação (currículo, avaliação, tempo) da escola, do que realmente é cobrado dos professores de Física, é uma questão nova.

Fer - [...] No meu caso foi muito descontínuo os momentos que tivemos encontros, tem muitas coisas que interferem na escola, feriados, eventos as vezes nem eu sei em que ponto paramos naquela turma. Isso é péssimo para as aulas tradicionais, imagina se fosse inserido os aspectos históricos.

A questão do tempo disponível para os conteúdos tradicionais em contraposição ao tempo necessário para abordagens alternativas parece relevante. Por um lado, é preciso reconhecer que realmente precisamos ampliar o tempo de contato de nossos alunos com o conhecimento sistematizado, em especial os científicos; as propostas das escolas de tempo integral poderiam contribuir nisso. Por outro, é preciso aproveitar melhor o tempo escolar que, em geral, tem sido consumido com constantes interrupções em função de atividades mal planejadas ou imprevistas. É um problema de ordem sócio-organizacional da escola e que poderia

ser amenizado com a reversão do ativismo que predomina nas ações pedagógicas das escolas (Freire, 1978) para um quadro de planejamento estratégico, baseado na ação-reflexão-ação. Ainda com relação ao tempo escolar, cabe acrescentar que boa parte dele é utilizado em ações disciplinares. Gasta-se tempo excessivo com controle do comportamento dos alunos em detrimento das ações voltadas ao conhecimento e ao desenvolvimento da autonomia dos estudantes.

A deficiência na organização do tempo-escola associado com as forças da tradição do ensino de Física estão na base da supervalorização da dimensão da natureza dos conceitos em detrimento da justificação do conhecimento, da qual a HF é elemento constitutivo.

A negação da dimensão histórica no EM ainda se deu em função da falta de domínio dos elementos necessários para propor uma “boa história”, dentro dos parâmetros e com os cuidados pronunciados pela historiografia atual, evitando, desse modo, a transmissão de concepções históricas equivocadas, amplamente difundidas dentro da tradição formativa. Esse argumento é um fator indicativo de que parte dos objetivos do curso de HF foi atingido, pois sensibilizou os licenciandos no que diz respeito às caricaturas históricas e às limitações de seu emprego simplesmente como elemento motivador, como podemos constatar na transcrição da fala do licenciando DI.

Di – Eu tenho evitado a utilização da HF simplesmente como uma coisa atrativa, como ocorreu no caso em que os professores nas disciplinas do curso básico que comentavam um ou outro episódio, que hoje depois do curso de HF sei que não passavam de mitos ou histórias curiosas. Eram mais para distrair a turma. Minha experiência agora com a HF, depois do curso, melhorou e eu não abordei no ensino, pois não gostaria de fazer um tratamento deteriorado da história, que seria o que eu aprendi a fazer na formação [...].

Além da baixa qualidade da HF difundida nas disciplinas da formação, predomina a visão da HF como elemento motivador e acessório ao processo de ensino e aprendizagem. É conveniente melhorar e intensificar a articulação entre os professores das diversas disciplinas e evitar que concepções equivocadas façam parte das vivências formativas dos licenciandos.

O trecho ainda evidencia que o excesso de zelo com a “boa história”, por parte do licenciando, justificou sua exclusão nas aulas por ele ministradas. Assim, não foi permitido aos estudantes do EM que vivenciassem as mudanças de concepção e de compreensão da ciência que o licenciando afirma ter ocorrido com

ele em função dos conhecimentos disponibilizados na disciplina HF. Isso pode se caracterizar como uma injustiça na medida em que se nega aos alunos a possibilidade de questionar as certezas da ciência transmitida na sociedade, de quebrar os dogmatismos e ainda dar mais significado ao conteúdo da Física. Essa atitude impôs recortes na compreensão do mundo pelos estudantes e limitou o poder de suas consciências, ou seja, contribuiu para o processo semiformativo (Adorno, 2005).

Um fator recorrente nas falas dos licenciandos e que pesou contra a HF é o fato de os materiais históricos não contemplarem todos os tópicos da Física que são abordados no EM. O licenciando MAU, por exemplo, argumentou que o curso forneceu poucos subsídios históricos em termodinâmica, assunto de suas aulas na escola, mas em contrapartida, houve uma ênfase maior em mecânica. A seguir, a transcrição da fala de MAU.

Mau – Tem que acrescentar que como o curso de HF que eu fiz abordou a termodinâmica superficialmente, para mim que trabalhei com esse assunto na escola ficou um pouco complicado. Se fosse relacionado com mecânica, com certeza que eu seria capaz de trazer alguma coisa, pois o curso de HF que fiz focou mais esse aspecto. O nosso curso de HF foi fraco nesse sentido, deu uma ênfase muito maior a mecânica.

Perpassa nessa fala o ideário da HF como instrumento a serviço do desenvolvimento dos tópicos tradicionais, o que exige uma inserção histórica para cada tema das aulas. Essa visão reforça a já combatida concepção acessória da HF no ensino. O compromisso primeiro da HF no ensino deve ser proporcionar um grau mais elevado de compreensão do empreendimento científico por meio de exemplos de desenvolvimento da Ciência (Conant, 1960). Nesse sentido, o curso de HF focou situações e casos históricos modelares ao invés de seguir o desenvolvimento da tradição da Física. Portanto, há um conflito de visões que precisa ser minimizados, de um lado a perspectiva de quem atua em sala de aula, que busca subsídios para melhorar sua atuação profissional, uma visão mais utilitarista da HF. Do outro, a perspectiva da formação, pensada mais no sentido de melhorar a “compreensão da ciência” com a HF.

A atividade de produção dos textos históricos, proposta no curso, permitiu ao licenciando a vivência dos dois mundos. Mesmo aqueles que não o produziram foram mobilizados para reflexões que se traduzem em alertas importantes a serem considerados na etapa formativa: há partes da Física que carecem de mais materiais histórico de apoio, os recursos textuais existente estão mais voltados à perspectiva

do especialista e não a do ensino, e são insuficientes os conhecimentos pedagógicos fornecidos para uma inserção da HF no EM.

Com relação à disponibilidade de materiais históricos, o problema abrange recursos de orientação ao professor como recursos específicos de uso didático. Isso reivindica a criação de mecanismos que possibilitem ao professor ter acesso e o incentive a usar os recursos já disponíveis, como por exemplo um grande portal nacional voltado para HC. Há que se pensar também na ampliação do leque de conteúdos tradicionais contemplados pelos materiais históricos, bem como a ampliação dos estudos de casos históricos da ciência. A última proposta poderia ser complementada com traduções de materiais históricos de excelência que estão disponíveis em língua estrangeira. Apesar de o argumento da indisponibilidade de materiais ser superável e não justificar a ausência de aspectos históricos em sala, ele suscita encaminhamentos relevantes para a área e ensino de Física.

O choque de perspectiva também está presente nos materiais utilizados durante a disciplina de HF. Segundo os licenciandos, neles há o predomínio da perspectiva dos especialistas em detrimento da perspectiva do ensino. Há uma defesa contundente da importância da HF no ensino, entretanto, não são fornecidos subsídios suficientes para que essas ideias se efetivem na prática de sala. Nas transcrições das falas de MAU e DI que seguem, isso é evidenciado.

Mau - [...] Teve um texto que a gente leu "como inserir a HF no EM" esse texto acaba falando da importância, do potencial, mas não indica como inserir a HF no EM. Não que tenha que ter uma receita, cada professor tem que ser capaz de refletir sobre sua própria metodologia de trabalho, mas eu esperei no texto subsídios para que eu pudesse fazer isso e não vi. [...].

Di – Eu também senti falta da transposição didática, pois os materiais históricos que tivemos acesso foi para o pessoal de graduação, ou até mesmo de pós, não foram materiais para aluno do ensino médio. Como novidade, isso me deu certa insegurança de fazer essa transposição para o ensino médio [...].

Aqui há um indicativo de que é preciso o estreitamento entre a formação e a atuação profissional e, nesse sentido, nossa proposta de criação de um espaço de articulação entre as disciplinas de ES e HF para reflexão e elaboração de materiais visando à atuação profissional, parece bem promissora. O processo de produção e aplicação dos textos, dos quais estes licenciandos não participaram efetivamente, envolveu aprendizados pedagógicos importantes sobre a HF e ensino, como já foi discutido anteriormente. Dadas as condições atuais, a transposição didática para lidar com a HF no EM exige que nos coloquemos como sujeitos do processo educacional, é necessário que se saia do estado de mero reprodutor do que está

estabelecido. Se realmente consideramos a HF como uma dimensão importante da cultura científica e do conhecimento a ser transmitido no EM, é preciso agir nessa direção e ter consciência que corremos o risco de errar, mas também de aprendermos com esses erros, como ocorreu com os grupos que se empenharam na produção dos textos históricos.

Ainda como uma última justificativa para o fato de não terem abordados os aspectos históricos está relacionada a indisponibilidade dos alunos a leituras, debates e a abordagens interpretativas da ciência. Isso se deve a fatores múltiplos, que vão desde a heterogeneidade das classes nas escolas públicas, onde coexistem alunos com objetivos variados, até a busca desenfreada por notas e pelos assuntos da tradição que serão cobradas nos exames externos. Entretanto, o chamado do aluno para o conhecimento tem relação direta com o modo como o professor apresenta e justifica as atividades propostas. O grupo que conseguiu aplicar o texto em sala, mesmo com as mesmas dificuldades, fizeram as leituras com os alunos e observaram um aumento da participação ao tratar de problemas de interesse deles. Especificamente, esse argumento se caracteriza como uma tentativa de se eximir da responsabilidade de transformação social, através da transferência da “culpa” para os outros, no caso o aluno.

Todos os aspectos levantados aqui mostraram-se como obstáculos às atitudes de reflexão e emancipação dos sujeitos no sentido da construção da cultura científica na escola. Apontam para o risco da transformação dos professores em meras peças na condução das políticas sistêmicas e de transmissão da tradição, e como consequência, seu aprisionamento enquanto profissionais capazes de produzir conhecimento. Além disso, concluímos que o compromisso, a disponibilidade de tempo e a disponibilidade intelectual exigida para construir algo diferente, negar a tradição e promover mudanças nas relações com o conhecimento provocam uma tendência de voltar ao “porto seguro” das concepções iniciais, baseados nas heranças formativas das trajetórias formativas dos licenciandos. Mesmo assim, dentro das condições nas quais estavam inseridos, quais sejam, a de produzir um texto histórico para aplicação nas aulas do EM estando na fase final do curso de Física e bastante atarefados com outras disciplinas, consideramos pertinentes e valiosos os argumentos apresentados tanto para a melhoria da formação inicial, para o aperfeiçoamento como futuro profissional e para futuras atividades envolvendo os aspectos históricos no ensino de Física.

CONCLUSÃO

O desencadeamento deste trabalho foi direcionado no sentido da tese que se estabelece na criação de um “espaço” na interface das disciplinas Estágio Supervisionado e História da Física para viabilizar um processo emancipatório que permita aprimoramentos na construção do conhecimento científico na escola. Isso envolveu a formação dos licenciandos numa perspectiva de problematização da educação, do conhecimento científico e de suas práticas visando ao reconhecimento e negação das forças condicionantes em suas ações voltadas às escolas.

Para isso, nesse “espaço” buscamos caracterizar as manifestações dos fatores condicionantes na formação universitária com foco em suas influências sobre as concepções do futuro professor, nas práticas em sala de aula, na construção do conhecimento em Física considerando o contexto escolar, nas percepções do papel da História da Física no aprimoramento das concepções sobre a natureza da ciência e no processo de elaboração e aplicação de materiais históricos no Ensino Médio.

Como resultado imediato, constatamos que o processo de formação cultural na fase de formação universitária e na de fase de aplicação nas escolas se assentam na baixa expectativa de crítica e na falta da perspectiva emancipatória. Os conteúdos são desvinculados da realidade dos indivíduos e as forças impulsionadoras das mudanças estão sendo suprimidas pela padronização sistêmica. Em geral, as práticas não consideram os aspectos imanentes da própria trama pedagógica. No ensino da Física há deficiências nas abordagens dos aspectos referentes à natureza da ciência. Ele é unidimensionalmente direcionado aos aspectos conceitual-quantitativo, o que quase impossibilita a História da Física no Ensino Médio. Essa situação ainda é agravada pela escassez de recursos tanto do ponto de vista dos materiais históricos, como do ponto de vista metodológico.

Nesse processo vivenciado durante a execução da pesquisa, foi possível perceber o quanto as concepções sobre a Física e sobre suas metodologias de ensino transmitidas na graduação impactam nas ações do futuro professor. A formação do licenciando ainda carrega os resquícios da formação do bacharel, já que boa parte dos professores formadores foram “moldados” dentro da segunda concepção. Portanto, há uma denúncia da deficiência na formação, no que diz respeito à consideração de outras dimensões do conhecimento necessárias à

formação científico-cultural consistente. A análise indicou o caráter dogmático e as fracas relações com o mundo, nos conhecimentos apresentados nas disciplinas “duras”. Além disso, elas se estabelecem numa base metodológica desfocada dos objetivos formativos dos futuros professores. Essas heranças culturais do ensino se mostraram fortes forças opositoras às mudanças, uma vez que os licenciandos as têm como referência de atuação, e alterações de rota poderiam representar uma transgressão aos padrões pré-estabelecidos pela comunidade de professores de Física, o que gera medo e insegurança no aspirante a professor. Portanto, os objetivos formativos dos cursos de formação precisam ser repensados, o que envolve não somente as disciplinas pedagógicas do curso, mas a totalidade das disciplinas e dos professores envolvidos.

Os dados ainda revelaram a intensidade das influências do contexto escolar nas práticas dos professores. O que chamamos de fatores sócio-organizacionais influenciam na relação que se estabelece com o conhecimento na escola, dificultando o estabelecimento de um ambiente intelectual. Portanto, é necessário considerar como parte do conhecimento profissional dos futuros professores a dinâmica organizacional da escola e seus impactos nas atividades educativas, inclusive para capacitá-lo no intuito de ser um agente de transformação dessa realidade. Tudo isso aponta para mudanças na relação universidade-escola, que não pode se resumir somente à formação do licenciando, ela exige uma aproximação dos formadores do ambiente escolar, dos professores e de suas práticas.

Constatamos também que as metodologias de caráter problematizador foram caminhos promissores para ressignificar a Física tanto para o licenciando como para os alunos. Foi notória, em alguns momentos da análise, a disposição dos alunos em participarem das discussões em sala de aula, apesar de persistir entre os licenciandos a ideia de senso comum de que os alunos não têm interesse nas aulas. A conclusão a que chegamos a esse respeito é que falta significado nos conteúdos apresentados para permitir a participação, haja vista que os dados mostram que a disposição ao dialogar aumenta quando apresentados a questões ou temas de interesse. Há que se acrescentar também que a qualidade das problematizações, a forma e o contexto em que foram apresentadas aos alunos pesou negativamente na mobilização para o diálogo. Isso indica que a formação do futuro professor de física reivindica reflexões sobre o que está normatizado, definido e aceito culturalmente na

comunidade. É preciso superar a transcendência da tradição e buscar dentro da própria trama dos envolvidos no processo de ensino/aprendizado a significação dos conhecimentos. A proposição e o estudo de problemas, inclusive os de cunho históricos, se mostrou uma alternativa importante nessa direção, contudo, mais pesquisas para caracterizar e balizar os tipos de problemas que se prestam a isso no EM são necessárias. Os professores precisam ampliar as habilidades de saber elaborar e colocar bem um problema para o aluno.

Há de se considerar que, além das manifestações da tradição cultural do ensino de Física, os extensos programas curriculares impostos pelo sistema se mostraram fatores limitadores para se colocar em prática tais metodologias, as quais exigem um tempo maior do que o disponível atualmente. Então urge uma reestruturação do tempo-escola de modo a ampliar o contato do aluno com o conhecimento, e especialmente com as diversas dimensões do conhecimento científico defendidas aqui. Com relação aos currículos, é preciso que explicitem melhor a importância da compreensão da natureza da ciência e expressem como os aspectos interpretativos da ciência, aqui incluindo a HF, poderiam ser operacionalizados em sala.

Já sobre o processo da construção do conhecimento científico em sala de aula, a análise revelou incertezas nas concepções epistemológicas dos licenciandos no que diz respeito à relação entre modelo interpretativo e realidade e a distinção entre conceitos, princípios e definições. Já do ponto de vista pedagógico, a relação concreto-abstrato ainda se mostra deficiente; em geral, a abstração é tomada como ponto de partida e nela se estabelece. Isso pode estar na causa da desvinculação da Física com a realidade imediata dos alunos e na desvalorização da dimensão experimental. Em contrapartida, reina uma supervalorização das abstrações matemáticas que abrem espaço para o conformismo e para a negação da busca por significar a Física. Dentro desse contexto, o desestímulo do aluno nas aulas de Física se justifica em jargões que se fundam na ideia de que o problema da Física é do professor de matemática que não ensina os cálculos direito, ou do professor de português que não ensina o aluno a interpretar. Isso precisa ser superado.

Com relação à compreensão da natureza da ciência, constatamos que essa dimensão tem sido negligenciada no ensino e na formação, o que tem contribuído para ampliar a falta de significado da Física e permitido que se propaguem visões

equivocadas sobre a construção do conhecimento científico. Nesse sentido, os dados confirmaram o grande potencial dos conhecimentos históricos em aprimorar as concepções dos licenciandos sobre a ciência. Entretanto, sua abordagem no Ensino Médio, como já foi citado, é dificultada pelas heranças culturais do ensino de Física que desvalorizam a justificação e a presença de questões abertas e interpretativas no ensino. Além dos fatores mencionados, a inserção da HF no ensino enfrenta obstáculos sistêmicos que impõem ao professor que seu trabalho se dê em função dos vestibulares e das metas a serem atingidas nas avaliações externas.

Como proposta para enfrentar os obstáculos citados, consideramos que a produção e aplicação dos textos histórico-problematizadores que fizeram parte do processo vivenciado pelos licenciandos, teve um papel importante no encorajamento dos futuros professores em repensar as amarras de suas ações pedagógicas, dando-lhes mais autonomia em relação às propostas prontas e pensadas por outros. Possibilitou ainda, o reconhecimento da importância de outros aspectos dos conteúdos de Física e da cultura científica que não se restringem aos elementos formalístico-conceituais amplamente difundidos pela tradição. Portanto, a produção de materiais próprios é relevante num processo de emancipação tanto dos futuros professores como dos professores em serviço, uma vez que sem essa capacidade estamos municiando o sistema para impor coisas prontas e externas à trama pedagógica. O processo semiformal ocorre quando nos é roubado esta prerrogativa, qual seja a de escolher o que e para que finalidade acontece o processo de ensino e aprendizagem. Nesse processo, somos tolhidos de escolhas através de imposições externas.

Entretanto, os dados empíricos também mostraram que a transposição didática dos conhecimentos históricos da formação para o EM tem que transpor o obstáculo da falta de materiais históricos e a escassez de debates sobre as ações com vistas à inserção da História da Física no Ensino Médio durante a formação.

Este trabalho aponta para a necessidade de mais estudos que forneçam subsídios na formação dos futuros professores para a construção do conhecimento nas salas de aulas do Ensino Médio. Isso passa, inevitavelmente, pela melhor compreensão dos fatores condicionantes destacados no trabalho, uma vez que exercem forças contrárias a essa construção. Deve-se investigar o papel da

articulação entre disciplinas pedagógicas e específicas de modo a ampliar os “espaços” voltados para se pensar pedagogicamente sobre as matérias de ensino. Isso se aplica aos conhecimentos da natureza da ciência, já que seu estudo isoladamente nas disciplinas de História da Física ou Filosofia da Ciência não tem garantido a transposição desses conhecimentos ao nível do Ensino Médio. Não adianta simplesmente fazer articulação entre disciplinas se isso não estiver presente na articulação de todo o curso. É preciso envolver professores de outras disciplinas e não só de HF e Estágio.

O Estágio se mostrou um local privilegiado para se fazer a articulação teoria-prática. Contudo, em que medida a formação dos licenciandos está dando condições para que os problemas mapeados neste trabalho possam ser problematizados no ambiente escolar? Nesse sentido, e dentro da perspectiva de um processo de ressignificação da prática docente, com o professor como um trabalhador intelectual capaz de produzir conhecimentos, algumas recomendações empíricas importantes podem ajudar a capacitar o futuro professor como agente das transformações nas escolas: 1) considerar os aspectos históricos em todas as disciplinas da formação; 2) fornecer mais elementos pedagógicos para a transposição didática da HF no EM, e evitar inseguranças nos licenciandos; 3) ter cautela na seleção dos materiais históricos utilizados no curso, pois acabam sendo as principais referências para abordagens pedagógicas da HF; 4) reprogramar a grade curricular de modo a contemplar mais efetivamente as necessidades profissionais dos futuros professores; 5) aproximar-se das escolas para incluir os elementos da dinâmica organizacional e investigar seus impactos na atividade educativa dos futuros professores.

Defendemos, portanto, que o “disparo” do processo emancipatório almejado neste trabalho se deu no envolvimento e participação dos licenciandos nos debates, reflexões e nas elaborações de ações visando reconhecer, caracterizar e questionar as forças condicionantes de suas práticas voltadas para a construção da cultura científica na sala de aula. Mesmo para aqueles que não produziram o texto, percebemos que as outras etapas do processo foram significativas, dada a participação e o envolvimento observado.

Esperamos que os resultados evidenciados neste trabalho, apesar de pertencerem a um grupo bem específico, possam servir de base para que novos

estudos sejam realizados, principalmente no que diz respeito à caracterização da cultura científica nos processos formativos e sua transposição didática para a sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORNO, Theodor W. **Teoria da Semicultura**. Porto Velho – RO: Eudfro, 2005.
- _____. **Prismas-La crítica de la cultura y La sociedad**. Traducción de Manuel Sacristán. Baelona: EdicionesAriel:1962.
- ADORNO, Theodor W.; Horkheimer, Max. **Dialética do esclarecimento: fragmentos filosóficos**. Tradução de Guido Antonio de Almeida. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1985.
- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. **Uma introducción a la naturaliza de la ciencia – la epistemologia em la enseñanza de las ciências naturales**. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.
- AQUINO, Julio Groppa. **Indisciplina o contraponto das escolas democráticas**. São Paulo: Moderna, 2003.
- ALLCHIN, Douglas. **How not teach history in Science**. Disponível em <http://www1.umn.edu/ships/updates/hist-not.htm>, acesso em 20/01/2014.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico, contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto. 1996.
- _____. **A filosofia do não; O novo espírito científico; A poética do espaço**. Tradução de Joaquim José Moura Ramos (et al). São Paulo: Abril Cultura, 1978.
- _____. **O Racionalismo aplicado**. Tradução de Nathanael C. Caixeiro. Rio de janeiro: Zahar Editores, 1977.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2009.
- BASTOS, Fernando; NARDI, Roberto. Debates sobre formação de professores: considerações sobre contribuições da pesquisa acadêmica. In: **Formação de professores e práticas pedagógicas no ensino de ciências**. Org. Fernando Bastos e Roberto Nardi. São Paulo: Escrituras Editora, 2008.
- BERGER, Peter L.; Luckmann, Thomas. **A construção social da realidade: tratado de sociologia do conhecimento**. Tradução de Floriano de Souza Fernandes. Petrópolis: Vozes, 2011.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **A Educação como Cultura**. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília, 2002.

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de Professores Para Promover a Enculturação Científica. **Contexto & Educação**, v. 22, p. 25-49, 2007.

CARVALHO, A. M. P. ;PEREZ, D. G. . **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 2006.

CARVALHO, W. Luiz Pacheco de. **Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões**. 2005. 147 f. Tese de livre docência- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Departamento de Física e Química. Ilha Solteira-SP.2005.

CARVALHO, W. Luiz Pacheco de; ORQUIZA DE CARVALHO, Lizete M. **Organização já concluída das disciplinas PEC e Estágio Supervisionado**. Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira-SP, 2010, 3p.

COBERN, Bill; AIKENHEAD, Glen. Cultural Aspects of Learning Science. **Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching**. Chicago, March 21-24, 1997.

CONANT, James B. **Como compreender a ciência**. 1ª edição. São Paulo: Cultrix, 1960.

CONTREIRAS, J. **A autonomia de professores**. São Paulo: Cortez, 2002.

CORTELA, Mario Sergio. **A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos**. São Paulo: Cortez, 2000.

CUCHE, Denys. **A noção de cultura nas ciências sociais**. Tradução de Viviane Ribeiro. Bauru: Edusc, 1999.

CUNHA, Elio B. M. **Uma Nova Visão da História da Mecânica**. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol05a05.pdf>. Acesso em 01/01/2011.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: Maurício Pietrocola (Org.). **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José. A. P. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, J. André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.

DUARTE, Maria da Conceição. A história da Ciência na Prática de Professores Portugueses: Implicações para a Formação de Professores de Ciência. **Ciência & Educação**. v. 10, n.3, 2004.

DUARTE, Rodrigo. **Adorno/Horkheimer & A dialética do esclarecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

DURANT, John. O que é alfabetização científica?. In: **Terra Incógnita a interface entre ciência e público**. Rio de Janeiro: Vieira & Lent: UFRJ, Casa da Ciência: Fiocruz, p.13-26, 2005.

EAGLETON, Terry. **A ideia de cultura**. Tradução de Sandra Castello Branco. São Paulo: Editora da Unesp, 2005.

FARATO, T. C. de Mello; MARTINS, Roberto de Andrade; PIETROCOLA, Maurício. Enfrentando obstáculos na transposição didática da história da ciência para a sala de aula. In: **Temas de história e filosofia da ciência**. Luiz Peduzzi; André Ferrer P. Martins; Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira (orgs.). Natal: EDUFRN, 2012.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

_____. **Ação Cultural para a Liberdade e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

FREIRE, O., Jr.. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: Waldomiro J. da S. Filho (Org). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador, BA: Arcádia, 2002.

FREIRE-MAIA, Newton. **A ciência por dentro**. Petrópolis: Vozes, 1997.

FREITAG, Barbara. **A teoria crítica ontem e hoje**. São Paulo-SP: Brasiliense, 1986.

GIROUX, Henry A. **Os professores como intelectuais rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Daniel Bueno trad.. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1997.

HEISENBERG, Werner et. al. **Problemas da Física Moderna**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1969.

HESSEN, Boris. As raízes sócio-econômicas do Principia de Newton. Tradução de Sylvia Ficher e Ruy Gama. **Informe apresentado ao II Congresso Internacional de História da Ciência e da Tecnologia**. Londres, 1931.

HORKHEIMER, Max. **Teoria crítica I**. Tradução de Hilde Cohn. São Paulo: Perspectiva, 2008.

_____. **Teoria Tradicional e Teoria Crítica**. In: BENJAMIN, Walter, HORKHEIMER, Max, ADORNO, Theodor W., HABERMAS, Jürgen. Textos escolhidos. (Col. Os Pensadores, Vo. XLVIII). São Paulo: Abril Cultural, 1983.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis Of Obstacles. **Science & Education**, 20:293-316, 2011.

IRWIN, Allan R. Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context. **Science Education**, 84:5-26, 2000.

JUNIOR, José Florêncio R. **A taxonomia de objetivos educacionais um manual para o usuário**. Brasília: Editora da UnB, 1997.

KLOPPER, Leo E. Frogs and Batteries. **History of Science Cases**. Science Research Associates, 1966.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudos de História do Pensamento Científico**. Tradução de Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011.

LANGEVIN, Paul. O valor educativo da história da ciência. In: Gama, R.. **Antologia de textos históricos**. Rio de Janeiro: Ciência e técnica, pag. 9-12, 1992.

LARANJEIRAS, Cássio Costa. Concepção de conhecimento e a dimensão cultural da ciência. In: André Ferrer P. Martins. **Física ainda é cultura?**. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

LARAIA, Roque de Barros. **Cultura um conceito antropológico**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor Ltda, 1993.

LESSARD, C; TARDIF, M. As transformações atuais do ensino: três cenários possíveis na evolução da profissão de professor?. In: TARDIF, M. ; LESSARD, C. **O ofício de professor: história, perspectivas e desafios internacionais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ, 2006.

_____. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.13. n.3:p. 248-273, dez. 1996;

MAAR, Wolfgang Leo. Adorno, semiformação e educação. **Educação e Sociedade**, vol. 24, n.83, p.459-476, agosto 2003.

MACH, E. **Popular Science Lectures**. 4ª Edição. New York: Open Court Publishing, 1910.

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial**. Tradução de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.

MONK, Martin; OSBORNE, Jonathan. Placing the History and Philosophy of Science on the Curriculum: A Model for the Development of Pedagogy. **Science & Education** 81:405-424, 1997.

MARTINS, André Ferrer P. . Sobre Obstáculos e perfis: perspectiva para o ensino de ciências a partir da epistemologia de Gaston Bachelard. In: Luiz Peduzzi; André Ferrer P. Martins; Juliana Mesquita Hidalgo Ferreira (orgs.). **Temas de história e filosofia da ciência**. Natal: EDUFRN, 2012.

_____. História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas Pedras Nesse Caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1:p.112-131, abr. 2007.

MARTINS, R. A. A história das ciências e seus usos na educação. In Cibelle Celestino Silva(Org). **Estudos da História e Filosofia das Ciências**. São Paulo, SP:Livraria da Física, 2006.

_____. **Comentariolus Pequeno Comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes**. Rio de Janeiro: Coppe: Mast, 1990.

MATTHEWS, Michael R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A tendência atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v12. n.3:pág 164-214, dez.1995.

_____. **Science Teaching – The role of History and Philosophy of Science**.New York: Philosophy of education research library, 1994.

MENEZES, Luis Carlos de. As mudanças no Mundo e o Aprendizado das Ciências como Direito. In: **Ciência e Cidadania: Seminário Internacional Ciência de Qualidade para Todos**. Brasília: UNESCO, p.107-126, 2005.

MENEZES, L.C., KAWAMURA, R.D.; HOSOUME, Y. Objetos e objetivos no aprendizado da Física. In: **EPEF**, 4, 1994, Florianópolis. Florianópolis: UFSC, 1994.

MIZUKAMI, Maria da G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MIZUKAMI, M. G. N; REALI, A. M. de M. R. **Teorização de práticas pedagógicas**. São Carlos: UFSCAR, 2009.

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

MOURA, Breno Arsioli. **Formação crítico-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da História da Ciência**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

NEVES, Marcos C. Danhoni. A História da Ciência no Ensino de Física. **Revista Ciência &Educação**, v.5 n.1, p. 73-81, 1998.

PIAGET, Jean; ROLANDO, Garcia. **Psicogênese e história das ciências**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1987.

PEDUZZI, Luiz.O.Q. Sobre a utilização didática da história da ciência. In M. Pietrocola (Org.). **Ensino de Física, conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis, SC: Editora UFSC, 2001.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, M. Socorro Lucena. **Estágio e Docência**. São Paulo: Cotez, 2011.

PONCZEK, Roberto I. Leon. A teoria das Marés, Segundo Galileu e Newton. In **Origens e evolução das ideias da Física**. José Fernando Rocha (Org). Salvador: EDUFBA, 2002.

PORTELA, S. I. C. **O Uso de Casos Históricos no Ensino de Física: Um Exemplo em Torno da Temática do Horror da Natureza ao Vácuo**. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil, 2006.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura a tecnologia**. Tradução de Reinaldo Guarany. São Paulo, SP: Nobel, 1994.

PUCCI, Bruno. Teoria Crítica e Educação. In: Bruno Pucci (Org.). **Teoria crítica e educação – A questão da formação cultural na Escola de Frankfurt**. Petrópolis: Vozes; São Carlos, SP: Edufiscar, 2003.

ROSA, Katemari; MARTINS, Maria Cristina. A inserção de História e Filosofia da Ciência no Currículo de Licenciatura em Física da Universidade Federal da Bahia: uma visão de Professores Universitários. **Revista Investigação em Ensino de Ciências**, v.12, p. 321-337, 2007.

SAFATLE, Vladimir. Adorno e a crítica da cultura como estratégia da crítica da razão. **Revista Artefilosofia**, n.7. p.21-30, out.2009.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, n.36 p.474-550, set/dez. 2007.

SCHENBERG, Mário. **Pensando a Física**. São Paulo-SP: Landy Livraria Editora, 2001.

SCHÖN, Donald A. **Educando o Profissional Reflexivo Um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SHULMAN, Lee S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, vol. 15, No. 2, Feb. pp. 4-14, 1986.

SILVA, Cibelle C. ; MARTINS, Roberto de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da História da Ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v.9, n.1, p.53-65, 2003.

SILVA, Cibelle C. ; PIETROCOLA, Maurício. O papel estruturante da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. In: **IV ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Anais**. Bauru-SP, 2001.

SNOW, C. P. . **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo-SP: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

STINNER, Arthur; et al. The Renewal of Case Studies in Science Education. **Science & Education** 12: pág. 617-643, 2003.

UIMANN, Reinholdo A. **Antropologia: O Homem e a Cultura**. Petrópolis: Vozes, 1991.

VILLANI, Alberto. O professor de ciência é como um analista? **Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v.1, n.1, setembro de 1999.

VOGT, C. **Percepção pública da ciência: uma revisão metodológica e resultados para São Paulo**. In: FAPESP. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: http://www.fapesp.br/indicadores2004/volume1/cap12_vol1.pdf. Acesso em: 20 ago. 2010.

VOLPATO, Gilson Luiz. **Ciência: da filosofia à publicação**. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2013.

ZANETIC, João. **Física também é cultura**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1989.

APÊNDICE 1

Nas transcrições, SE- representa a fala do pesquisador, LIZ- a da professora titular das disciplinas e RI, DI, RO, ED, FEL, FER, BRU e MAU se referem às falas dos licenciandos.

Parte1.1

Categoria 1.1.1

Após uma exposição sobre os objetivos do estágio supervisionado, baseada no princípio de ação-reflexão sobre a própria prática e na problematização como um dos eixos de nosso trabalho, surge uma sequência de diálogos envolvendo o processo formativo do professor que se inicia numa colocação do licenciando RI. Ele desabafa sobre suas dificuldades em problematizar os conhecimentos e atribui isso a forma como os conhecimentos são tratados nas disciplinas durante o curso de licenciatura.

Ri- Isso não poderia ter sido durante todo o curso de licenciatura? A gente faz os cursos da área "dura" e nada é problematizado, as coisas parecem que não têm uma finalidade real, acho que numa licenciatura isso poderia ser trabalhado desde o início. A dificuldade de achar material, acho que nem é a maior, pois a internet hoje disponibiliza muita coisa. A dificuldade é "linkar" esse conceito e essa equação com as coisas possíveis do mundo, acho que isso não tem sido passado em nossa formação. Depois que a gente faz as disciplinas específicas, parece que a gente mudou de faculdade, do 3º ano para lá começa e ser diferente, quando que isso já podia ser abordado desde o início. Aí cai na questão dos professores das universidades não terem metodologias voltadas para as licenciaturas e sim para formação de um bacharel, mas eles deveriam ter consciência que está formando um professor.

Para ele, no curso de Licenciatura em Física, mesmo as disciplinas ditas “duras”, deveriam problematizar o conhecimento de modo a dar mais significado e ajudar a ligar conceitos e equações com o mundo. RI acrescenta que o curso de Licenciatura muda de configuração após o terceiro ano, quando é oferecido um volume maior de disciplinas pedagógicas. Além disso, ele chama atenção para o fato de que muitos professores da universidade não têm consciência do público-alvo, de modo que suas metodologias são insuficientes para a formação de um licenciando.

Dando continuidade a essas colocações, SE e BRU expressam seus argumentos sobre a necessidade de abordagens que propiciem sentido ao conhecimento.

Se- Uma coisa é você mecanicamente saber resolver um problema envolvendo um resistor, mas sem saber a real função que esse dispositivo desempenha num aparelho elétrico. Por isso que o processo (de ensino) precisa ser invertido.

Bru- A gente é submetido a isso aqui na faculdade, coisas que nem para nós faz sentido. Então é como a gente ter que vender uma coisa que a gente não acredita, de forma dogmática. A gente precisa lutar contra isso. Muita coisa que a gente viu em física II, somente agora tá fazendo sentido para mim numa disciplina que estou fazendo no laboratório.

Para dar mais sentido ao conhecimento, SE sugere a inversão do processo de ensino, de modo que primeiro seja abordada a função real dos dispositivos no mundo, e depois haja a resolução dos problemas tradicionais que encontramos nos livros. BRU concorda com a colocação argumentando que foi submetido na formação a conhecimentos que não fizeram sentido para ele, somente após uma disciplina de perfil experimental é que começaram a fazer sentido. BRU evidenciou preocupação também nas implicações que isso pode ter na sua atuação profissional, uma vez que terá que transmitir um conhecimento que não faz sentido para ele.

Um interessante debate sobre o que gera a necessidade de se transmitir e aprender os conhecimentos de Física marcou também esse primeiro momento. Aqui, podemos perceber as variedades de concepções apresentadas no processo de justificar o ensino e aprendizado da Física. Tomemos alguns trechos para essa análise:

Se- Uma questão que surge e que parece importante é a necessidade de se aprender/ensinar Física. Porque se diz que é importante o ensino da Física? Para que aprender as leis de Newton? Em que isso pode contribuir?

Fel- Quanto mais aprende, isso vai ajudando a comunidade. A sociedade vai evoluindo. A ciência é importante para a pessoa chegar lá na frente e ter uma boa evolução.

Se- É preciso saber o conceito de velocidade para atravessar uma rua? É necessário compreender sobre física nuclear para fazer um exame de raio-x?

Ri- Para mim é uma questão cultural, para a pessoa viver no cotidiano ela realmente não precisa desses conhecimentos, mas a educação tem um papel de questionar o fato das pessoas serem meros usuários da tecnologia. Mas se ela quiser ser um usuário consciente, a educação entra nesse ponto.

Bru- Acho que não é só para o desenvolvimento econômico, mas é social mesmo. Do ponto de vista dos governantes é mais interessante pessoas que aceitem e não pensem, facilita a corrupção... Mas a física não está ligada somente às Leis de Newton (...) mas o que isso pode fazer diferença nas vidas delas, como funcionam as coisas, como surgiram as ferramentas, de onde é que veio esses produtos.

O pesquisador SE convida os licenciandos para que reflitam sobre a importância da Física na sociedade atual e seu ensino. Dos diálogos apresentados, cinco justificativas mostram-se flagrantes: a primeira, e mais geral, foi apontada pelo FEL e está relacionada à necessidade da apropriação do conhecimento pelo indivíduo para a evolução do social da comunidade em que vive. Ao mesmo tempo, isso ajuda na evolução intelectual do próprio sujeito. Eis aqui o segundo argumento.

Para RI, apesar de reconhecer que esses conhecimentos não têm uma utilidade prática imediata, a questão cultural para compreender o mundo é a mais relevante, sendo a Física um instrumento para questionar os artefatos tecnológicos e tornar os usuários mais conscientes. Para ele, a educação entra nesse ponto. Na argumentação do BRU, além de reconhecer o papel da Física no desenvolvimento econômico e social, ele a concebe para além de suas leis, como instrumento revelador do funcionamento e origem dos produtos tecnológicos, num sentido mais de curiosidade.

Categoria 1.1.2

Nessa categoria, o foco foi mudado para as especificidades do ensino da Física e as percepções sobre a escola.

Questionamos sobre a possibilidade de considerar nas aulas os aspectos citados anteriormente sobre a Física. Os licenciandos relatam as dificuldades que isso pode representar, uma vez que poderiam distanciá-los da tradição em que foram formados:

Bru- Nas aulas acho que não é somente ficar fazendo o aluno fazer exercícios. Aqui (na universidade) a gente é treinado para fazer o Halliday e é muito difícil sair dessa linha, mas quando a gente tenta fazer diferente a gente acaba voltando ao tradicional.

Fel- Estou pensando em minhas aulas focar mais os conceitos.

Se- Mais será que as equações as fórmulas tem um papel a cumprir dentro do ensino da Física? Como vocês enxergam isso? Como vivenciar esses dois extremos?

Fel- Parece que uma das principais formas de ensino física é através da matemática, mas também tem os conceitos. Não adianta saber uma e não saber o outro. Parece que precisa saber os dois.

Ri- Parece que a fórmula simplifica demais a física, tem muitos aspectos que podem ser abordados e não são. Falta esse vínculo, mas é muito difícil fazer diferente.

Aqui, BRU expressa sua preocupação em relação às aulas de Física, ressalta que elas não se restringirem à realização de exercícios, como foram “treinados” na formação universitária, contudo, acha muito difícil sair dessa tradição e abordar outros aspectos.

FEL, numa posição mais extremada, mostra a intenção de valorizar mais os aspectos conceituais em suas aulas, mesmo reconhecendo a importância da matemática e sua predominância nas formas tradicionais de ensino de Física.

Para evitar um revés nos posicionamentos no sentido de “crucificarem” o papel da matemática no ensino de Física, SE questiona se ela não teria também uma

função a desempenhar de forma que fosse possível conciliar conceitos e formalismo matemático. Nesse sentido, RI coloca-se argumentando contra a excessiva simplificação da Física, quando abordadas apenas as fórmulas. Para ele, elas impendem que outros aspectos também sejam abordados. Acrescenta que é necessário vincular outros aspectos ao ensino, no entanto, acha muito difícil fazer diferente do que se tem feito.

Para investigar as percepções dos licenciandos sobre a escola, solicitamos que falassem de suas experiências nesses ambientes. As unidades de análises selecionadas aqui contextualizam a comparação que os licenciandos fizeram entre duas escolas públicas, sendo uma de Ensino Regular (Escola Estadual de Urubupungá em Ilha Solteira) e outra de Ensino Técnico integrado ao Ensino Regular (Etec, também em Ilha Solteira), no que tange à organização e nível de ensino:

Ro- Na Etec, o ensino é encarado de forma diferente, é inclusive taxado de tecnicista, mas é muito melhor.

Fel- A escola hoje ficou um lugar onde todos os problemas dos alunos precisam ser resolvidos, os pais não se importam mais com a educação de seus filhos. Veja que a pior sala da Etec não se compara com a melhor do Urubupungá.

Fer- É uma questão de coordenação.

Ro- A estrutura física também fala muito, na Etec é tudo muito organizado, na escola pública (Urubupungá) é ver que tudo uma "zona" então ele (o aluno) não tá nem aí.

Bru- Faltam regras mais explícitas.

Fer- Acho que regras mais severas;

Ro- Eh, lá(na Etec) tem regras, tem critérios, se qualquer coisas sumir e não aparecer, todos pagam.

Se- Então é isso que a gente precisa fazer aqui, debater todos essas questões, mas sem pensar que vamos chegar nas escolas agora e vamos fazer as transformações que são necessárias. Nós temos que nos preparar para reconhecer e compreender a origem desses problemas, as variáveis envolvidas. Essas mudanças são de médio e longo prazo.

Mau- Tem que levar em consideração que o aluno que vai para Etec passa por uma seleção e isso faz como que vá os melhores. É um vestibulinho.

Se- Mas os alunos que estão na Etec vieram das mesmas escolas que os que estão no Urubupungá. Parece que mudam quando chegam lá, acho que é isso que é importante a gente considerar. Eu tive vários alunos que estudavam no CEM 02 do Gama (escola de uma cidade satélite do DF), que pichavam e quebravam as coisas. Alguns desses alunos estudavam também no Senai e lá eles falavam que as regras eram outras, qualquer coisa que fizer de errado era passível de desligamento do curso. Parece que os comportamentos têm muito haver com a existência e difusão das regras. É claro que não é só isso, mas parece que isso é importante.

Nesse diálogo, podemos destacar vários aspectos da organização escolar que, na visão dos licenciandos, impactam o comportamento dos alunos e as relações que esses estabelecem com o conhecimento. RO evidencia bem isso ao colocar as

características que considera positivas da boa escola técnica em questão: ensino tecnicista, a estrutura física é boa, o ambiente é organizado, há regras, há critérios. Em contraposição, a escola pública considerada ruim é caracterizada nas falas de FEL, FER e BRU como uma escola que todos os problemas dos alunos precisam ser resolvidos, os pais não se importam com a educação dos filhos, a coordenação é falha, faltam regras mais explícitas e severas.

MAU atribui a diferença no perfil do aluno ao processo seletivo a que são submetidos para entrar na escola técnica. SE acha isso um fator “fraco” para determinar toda essa diferença, uma vez que os alunos que vão para a Etec e para o Urubupungá tiveram a mesma formação primária, indicando que há uma mudança quando chegam no ambiente dessas escolas. Essa posição é reforçada pela experiência de SE com ex-alunos que estudavam simultaneamente no CEM 02 do Gama-DF e no Senai Gama-DF, e afirmavam ter posturas diferentes nos dois ambientes, portanto, atribuindo a conduta à existência e difusão de regras.

Parte 1.2

Categorias 1.2.1

Nessa categoria temática, trataremos do entendimento dos licenciandos sobre o processo de problematização. Para isso, selecionamos duas unidades de significados, cuja primeira se inicia com os questionamentos feitos por SE aos licenciandos sobre a problematização e cotidiano.

Se- Então, o que seria um problema para vocês? Seria algo que envolve o cotidiano deles?

Bru- Eu acho que sim! Em algum momento o cotidiano seria uma forma, por exemplo. Acho que também tem coisas da História da Física que poderia estar levando em sala de aula para uma discussão de texto, por exemplo. Um experimento que pode ser usado como um objeto de problematização também, acho que depende da forma que você leva o instrumento que você vai utilizar.

Se- Problematizar é tirar o sujeito daquela situação, é dar razões para evoluir como dizia Bachelard.

Fe- É ele sentir necessidade de buscar conhecimento. Tirar ele do conforto.

Ri- Não existe isso já pronto? A pesquisa ensino não pesquisa sobre isso? Antes falaram das concepções alternativas, mas como você vai fazer para detectar as concepções alternativas do seu aluno sobre determinado assunto?

Fel- Eu acho que não, porque cada aluno tem uma realidade diferente. Vamos supor, a escola aqui tem uma realidade totalmente diferente de outras cidades, se trazer pronto, pode ser que não se aplique aqui.

Se- Problematizar é isso que vocês estão fazendo aqui. Vocês estão questionando "como que eu faço isso?" É o conceito de problematização.

Ri- Então, quando eu falei exemplo não é um exemplo assim, é um exemplo de problematização para ele aprender o conceito, para quando acontecer isso dele chegar num exercício que mudou totalmente a roupagem ele ter o conceito, ele aplica qualquer coisa.

Ed- Então, mas eu vejo um pouco disso nas aulas de instrumentação. O professor coloca um plano inclinado e dali ele vai discutindo várias coisas com a gente. A gente vai vendo que nós temos muitas concepções erradas sobre determinados fenômenos. Então eu acho que não tem uma receita, cada sala vai ser uma sala, tem vários tipos de alunos e acho que a gente tem que tentar levantar as concepções. Agora, como levantar essas concepções e que é um problema. É um processo que eu acho que é como a gente estava vendo lá na aula de metodologia, tem que ter uma questão que aguace aquela curiosidade e dê para ele ver que aquilo que ele pensa é errado. Entendeu?

BRU defende que a problematização pode estar relacionada ao cotidiano do aluno, e acrescenta que elementos da História da Física e experimentos podem ser bons instrumentos, dependendo predominantemente da forma como o professor apresenta o problema.

Para FEL, a problematização está relacionada a algo que mobilize o aluno na busca pelo conhecimento. Defende ainda que, para cada realidade, deve haver temas específicos que se configurem como uma problematização.

Já RI, ao questionar sobre a existência de problematizações prontas, refere-se às concepções alternativas mapeadas pelas pesquisas em ensino, pois, para ele, problematizar envolve o levantamento de concepções alternativas do aluno sobre um determinado assunto. Sua preocupação volta-se para problematizações que proporcionem o aprendizado dos conceitos da Física. RI acredita que sua compreensão se difere da apresentada por SE, o qual apresenta o ato de “questionar como se faz algo” como gerador de uma problematização.

Para ED, a problematização tem relação com algum problema que aguace a curiosidade do aluno e coloque em “xeque” suas concepções iniciais. Revivendo suas aulas de instrumentação na faculdade, ele descreve a metodologia do professor que colocava um experimento para a turma e discutia vários aspectos relacionados a ele, de forma que os alunos iam percebendo os equívocos de suas concepções iniciais. Para ele, também não existe um padrão de problematização, irá depender da composição da turma.

Passada a fase de debates sobre a definição e caracterização do que é e do que pode ser problematizado, iniciamos um momento prático em que os licenciandos, baseados nas turmas, séries e nos temas que seriam abordados em suas futuras aulas, deveriam elaborar uma situação que tivesse um potencial problematizador. As transcrições que se seguem representam os discursos que se sucederam dessa situação.

Ri- Mas na Física, o que é que tem para problematizar? Tem as concepções aristotélicas com relação ao movimento, velocidade, força, aceleração.

Se- O que eu acho é que dentro da história da Física realmente existe esses momentos, que para mim são clássicos.

Ri- Mas os conceitos básicos da Física. Não existe? Eu tenho dúvidas, por exemplo, quando eu vou ter que dar aula. Problematização a gente lê esses textos, mas é tudo teórico, só que eu vou dar energia mecânica, como eu vou problematizar isso aí? É isso que eu não vi aqui e que eu gostaria de ver, na prática, na física.

Fel- Então, essa também é minha dúvida igual à dele. (...) Como eu vou problematizar, por exemplo, a velocidade?

Se- Então, essa é uma concepção metodológica que a gente precisa construir. É uma boa pergunta. Quais são as coisas do dia a dia, pare para pensar nas coisas do dia a dia que envolvem velocidade, por exemplo.

Fel- Eu estava vendo isso porque eu vou dar aula para o primeiro colegial e estava vendo umas coisas na internet. Lá tem exemplos de trem, aqui não tem trem.

Se- Então, trânsito e faixa de pedestre, não poderia ser uma boa?

Fel- Pensei em usar o ônibus, mas muitos alunos não usam ônibus só andam de bicicleta. E tenho que trazer para o conjunto das coisas abordadas na bicicleta? Mas eles não têm noção de velocidade.

Mau- Se você usar um exemplo do tipo: se vocês saíram de bicicleta e chegaram tanto tempo depois aqui, não seria uma boa?

Se- E talvez o problema seja assim, eu vinha para cá e vinha pensando nisso, sobre a quantidade de bicicletas nessa cidade, legal, muito bom, isso é um lado positivo. Mas uma coisa que me surpreendeu, e que é negativo, e é previsto no código brasileiro de trânsito, que o pedestre tem prioridade na faixa, mas aqui ninguém para em faixa. Você pode estar na faixa e tem que correr, senão o carro te atropela. De repente esse é um problema a ser abordado e ser atacado com relação à velocidade, por exemplo, entendeu?

Mau- Isso é em todo lugar, não é?

Se- É, mas aqui é um local que todo mundo convive com isso, porque aqui todo mundo é pedestre ou é motorista ou conduz bicicleta, ou seja, como é que ficam essas relações? Talvez isso fosse um problema para atacar, um problema social.

Ri- Mas isso é como você disse, um problema social dentro de uma aula de física, mas eu falo assim problematização de conceitos mesmo da física.

Di- No caso da aula de Física, é mais no sentido dele buscar conceitos físicos, não é? Então qual problematização é a mais importante?

Nessa unidade, Ri coloca em dúvida se há o que problematizar nos conteúdos básicos da Física. Reconhece a possibilidade de problematizar historicamente o movimento, mas coloca-se em dúvida sobre o mesmo procedimento para o tema energia mecânica. FEL, compartilhando da mesma posição, questiona como problematizar o tópico “velocidade”.

SE intervém defendendo que problematizar faz parte de uma concepção metodológica que precisa ser construída junto com os licenciandos. Então, sugere, no caso da velocidade, que se pensem nas coisas cotidianas que envolvam velocidade, como trânsito, faixa de pedestre e bicicleta. Mais adiante, faz uma reflexão sobre o problema social da faixa de pedestre na cidade que não é respeitada, sugerindo que esse poderia ser um problema atacado e que tem relação com a velocidade. Ri rechaça, diz que esse não é um problema estritamente da Física, mas um problema de ordem social.

Diante do debate, DI, reconhecendo a distinção entre a problematização dos conceitos sociais, questiona qual teria maior importância.

FEL expressa-se colocando a necessidade de considerar na problematização elementos que sejam o mais próximo possível do contexto dos alunos, descartando, desse modo, o exemplos de trens e ônibus por não fazerem parte do cotidiano imediato dos aprendizes. Ajudado por MAU, FEL considera a bicicleta meio de transporte da maioria de seus alunos, mais conveniente para a problematização, contudo, seria preciso desenvolver antes, a noção de velocidade nos alunos.

Categoria 1.2.2

Aqui reunimos uma sequência de unidades que evidenciam as dificuldades que os licenciandos apontaram para considerar metodologias com base na problematização do conhecimento. SE, parafraseando alguns pontos do texto estudado, articula o que foi lido na aula anterior e abre o debate para que os licenciandos se posicionem a respeito da possibilidade de uma aula iniciar apresentando-se um problema.

Se- (...) Então, na aula passada nós deixamos em aberto a questão “problematizar também é...”, não é isso? Aqui ele (o autor do texto) colocou duas definições, além da ideia de problema tradicional que a gente conhece. A gente também ficou discutindo essa definição, o que é problematizar dessa forma? Depois a outra, caracterizada pela apreensão e compreensão da posição dos alunos em face das questões em pauta. A função coordenadora do professor se volta mais para questionar posicionamentos, inclusive para fomentar a discussão das distintas respostas dos alunos e lançar dúvidas sobre o assunto, do que para responder ou fornecer explicações. Quer dizer, o papel do professor aqui é mais de fomentar o debate, de questionar, do que de dar respostas. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações do conhecimento que vêm sendo expressas quando esse é cotejado com conhecimento de física que já foi selecionado para ser abordado. Em síntese, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, como indicado no texto. Então, o conhecimento começa com esse questionamento, com questões a serem respondidas. O que vocês acham desta proposta de problematizar inicialmente, como que é? É difícil fazer isso aí nas aulas? Como vocês imaginam isso, como que seria um bom problema?

Fel- Acho que o maior problema não é a problematização em si, mas seria fazer eles (os alunos) falarem e participarem dos debates...

Mau- É fomentar a discussão, dar o início à discussão ...

Fel- Como fazer isso é que é complicado...

Se- Ou seja, problematizar é fácil, o difícil é fazer ter participação?

Fel- É fazê-los participarem, eu acho que é isso...

Bru- Que é o começo da problematização né...

Fel- Depois que um começa falar o outro também empolgou acho que aí deslancha e cada um quer falar um pouco, mas enquanto ninguém fala isso é muito complicado.

Bru- Mas acho que se trouxer algum assunto que faz parte da vida dele, do cotidiano, ele vai com certeza vai tentar falar alguma coisa. Alguma coisa da realidade da vida dele ele vai trazer num diálogo, eu acho que começa por aí a questão de transformar um problema em uma problematização.

No trecho, SE procura debater com os licenciandos os sentidos atribuídos à ideia de “problematizar” no ensino de Física. Inicialmente fala de um sentido tradicional de problema, deixando a entender que todos estão familiarizados com a noção tradicional de problema, ou seja, a resolução de problemas propostos como listas de exercícios que, em geral, elaboramos ou estão propostas nos livros didáticos. Em seguida, tenta expandir a compreensão do termo apresentando em uma visão mais ampla do que seja problematizar, ligada a questionar o próprio conhecimento, produzir questões a serem respondidas. Assim, caracteriza-se o papel coordenador do professor como fomentador do diálogo, numa atuação que permita evidenciar as limitações dos conhecimentos prévios dos alunos em resposta ao problema colocado. Com o objetivo de que essa nova concepção fosse contraposta com a concepção tradicional de problema, ele transferiu as falas aos licenciandos para se posicionarem. Entretanto, as dificuldades que essa atividade pode representar, com as nuances envolvidas em problematizar o conhecimento que o pesquisador provavelmente tinha consciência, são consideradas, ao menos inicialmente, como um problema menor pelos licenciandos e isso pode ser constatado nas falas de FEL, MAU e BRU.

A dificuldade principal dessa tarefa foi atribuída “ao outro”, no caso, o aluno. Isso pode ser percebido na fala de FEL que afirma que os alunos não estão disponíveis ao diálogo, eles não querem falar. Acrescenta que fazê-los falarem é complicado, mas quando um começa a falar os outros também falam.

Para MAU, o problema é iniciar e dar continuidade a esse diálogo. Com o mesmo argumento, BRU também acha complicado iniciar esse processo, mas acredita que se o problema colocado tiver relação com a realidade dos alunos, eles vão participar.

Num momento posterior da mesma aula, os licenciandos ainda se colocam reticentes com a proposta de problematizar, uma vez que o ensino voltado ao vestibular impede que isso se concretize:

Ed- (...) eu nunca tive uma experiência em colégio particular, mas conversando com as pessoas que vieram de colégio particular e faz física aqui com a gente, eles falam é um ensino extremamente aplicado nas equações, não tem problematização nenhuma. Eu acho que você cair em uma escola dessa para dar aula eu não sei se você tem uma abertura para isso, não deve ter abertura nenhuma, porque os próprios alunos não vão deixar ter uma abertura, porque eles querem o vestibular.

Fel- O complicado que até os alunos que estão dentro das escolas públicas a maioria chega no terceiro colegial querendo o vestibular, e o vestibular foca nisso, aplicação de exercício, não tem mais.

Ed- Eu acho que fica complicado a problematização, principalmente no ensino de física. Essa cobrança que o vestibular tem do aluno, não precisa saber problematizar e sim saber aplicar a física àquele problema (exercício), ele não precisa saber os conceitos que estão envolvidos no problema, basta que ele saiba aplicar. Vestibular hoje em dia cobra muito isso dos alunos.

Fel- Eu queria saber o seguinte, vamos supor um aluno numa questão de vestibular não sabe fazer as contas, mas explica toda a física que está por trás do exercício, será que ele vai passar?

Mau- Não é nem a partir do primeiro, segundo e terceiro colegial, os alunos já querem saber, já estão treinados assim, eles não deixam fazer diferente.

Ri- O negócio deles é saber que fórmula que usa.

Mau- Exatamente... É desse jeito. Estou dando plantão num colégio particular aqui em ilha, eu começo explicar para os alunos a parte conceitual e eles dizem: "Professor, não tem uma fórmula?", ele quer a fórmula. Eu quero explicar como se chega no Δs pelo Δt da velocidade, vou discutir com eles para ele chegar naquilo, mas eles não querem, eles querem a fórmula.

Nessa unidade, é evidente que o argumento principal para negar a possibilidade de problematizar o conhecimento é atribuído ao objetivo do aluno que está voltado ao vestibular.

ED afirma que nas escolas particulares, como os estudantes estão objetivando os vestibulares, o ensino é bem mecânico, voltado para as equações. Acrescenta que não há abertura para metodologias que problematizem o conhecimento, pois os próprios alunos irão recusar. Para ED, o vestibular é um dos grandes balizadores das metodologias que justificam o ensino tradicional.

FEL acrescenta que nas escolas públicas também o vestibular é o foco, e isso justifica o ensino voltado para realização de exercícios. Mais adiante, questiona a eficiência de um ensino mais problematizado para o aluno passar no vestibular, pois, segundo ele, saber conceitos e não saber fazer os exercícios não promove os alunos nesses exames.

Para MAU, os alunos já estão treinados e dificilmente aceitariam fazer diferente. Pela sua experiência numa escola particular, quando tentou explicar e discutir a parte conceitual e o processo de construção de uma equação, os alunos não se interessaram, pois "o negócio deles é saber a fórmula que usa". Essa concepção dos alunos é reforçada na fala de RI.

Na seleção a seguir, tendo em vista as dificuldades de pensar no que seria uma boa problematização para suas aulas e como colocá-las em prática, os graduandos mudam o foco de seus discursos, atribuindo suas dificuldades para a formação que não é problematizadora.

Ri- E porque que não tem isso na universidade, na formação. Na minha base de Física I e Física II fiz aqui e não tive um ensino problematizado. Como que eu vou problematizar vai ficar ao meu encargo, eu que vou ter que criar, porque eu não tive exemplo nenhum.

Di- Se teu professor tivesse problematizado para você, iria copiar a problematização dele?

Fel- O que ele está querendo dizer é que nós não temos um exemplo de problematização em nossa formação.

Ri- Eu acho que se o curso é de licenciatura, então desde o começo tem que ser diferente.

Mau- Eu acho que isso aí teria que ser dado quando a gente foi aprender física.

Ri- Aí lá na ponta quando eu vou ser professor eu tenho que problematizar? Mais difícil, não é?

Se- Eu também acho.

RI considera que as disciplinas do curso de Licenciatura em Física deveriam ser diferentes, com metodologias que privilegiassem a problematização dos conhecimentos. Para ele, isso serviria como um exemplo para facilitar a ação problematizadora do futuro professor. MAU concorda afirmando que esses exemplos poderiam ser dados no próprio aprendizado das disciplinas da Física.

DI entende que RI está reivindicando um modelo a ser “copiado” e questiona essa ação, mas FEL entende que não seria uma cópia, mas um exemplo de como isso pode ser feito.

APÊNDICE 2

Na apresentação das unidades de análises as abreviações, SE – representa a fala do pesquisador, LIZ – a da professora titular das disciplinas e RI, DI, RO, ED, FEL, FER, MAU, JO, PHA, CI, MA referem-se aos licenciandos.

Parte 2.1

Categoria 2.1.1

Selecionando unidades dos relatos 3, 4, 5, 8, 16 e 17, identificamos alguns tipos de posicionamento epistemológico transmitidos nas aulas de Física. Apesar de todos eles terem subjacentes a ideia de que a Física é uma tentativa de melhor compreensão do mundo natural, o sentido em que se conduz a construção do conhecimento é bem distinto.

Na unidade selecionada do grupo de relato 4, podemos observar a preocupação do licenciando MA em relacionar situações vivenciais ou conhecidas dos alunos com os conceitos Físicos almejados na construção do conhecimento científico na aula.

Relato 4- Ma- Nessa aula discutimos várias situações vivenciais envolvendo direção e sentido até chegarmos no conceito almejado que era grandezas vetoriais e escalares. Durante a discussão, percebi que alguns alunos possuíam noção de direção, sentido e vetor e outros não faziam ideia. Concentrei nas grandezas vetoriais caracterizando-as em módulo, direção e sentido. Notei que os alunos realmente tinham dificuldades em diferencia-las, mas após a explicação perguntei se haviam entendido e responderam que sim. Iniciei a explicação de como se deve apresentar uma grandeza vetorial introduzindo uma seta sobre a letra que representa a grandeza. Assim pude falar do caráter vetorial da quantidade de movimento apresentando uma situação onde dois patinadores colidem frontalmente e param após o choque. Calculei a quantidade de movimento antes e depois para cada patinador assim como a quantidade total de movimento. Notamos que a quantidade total antes e depois eram iguais, assim foi possível introduzir o conceito de conservação da quantidade de movimento.

Ao desenvolver seu planejamento, MA segue uma trajetória partindo de situações vivenciais dos alunos. Apesar de não especificar quais, ele reconheceu e valorizou os conhecimentos sedimentados na vivência dos alunos, mesmo que ainda ligados ao senso comum, portanto, confusos do ponto de vista da formalidade do conhecimento científico. Aproveitando essa ligação, MA apresenta, aparentemente de forma bem rápida, a linguagem que a ciência usa para expressar e diferenciar as grandezas e, finalmente, usando um exemplo quantitativo apropriado chega, por indução, que algo se conserva nos movimentos. Assim introduz o que ele chama de “conceito” de conservação da quantidade de movimento.

Em contraposição ao que foi expresso na unidade anterior, nessa, MAU evidencia um caminho diferente para a construção do conhecimento científico. Sua aula inicia-se dentro na racionalidade dos conceitos científicos e caminha no sentido dos exemplos do cotidiano dos alunos. A unidade abaixo expressa essa trajetória.

Relato 5- Mau- Comecei a passar transferência de calor fazendo alguns desenhos e escrevendo no quadro negro e discuti com os alunos a respeito da condução, convecção e radiação. A aula foi pautada em CTSA apesar de não ter planejado a explicação do conteúdo se tornou mais fácil quando no final abordei o funcionamento do micro-ondas, efeito estufa, aquecimento global, ventos e outras curiosidades científicas relacionadas ao tema.

Na ação pedagógica de MAU, subjaz a ideia que o conhecimento precisa ser transmitido independentemente dos sujeitos envolvidos no processo, por isso a ação é pensada do ponto de vista do conhecimento do professor, portanto, abstrato e segue na direção do concreto representado aqui pelos dispositivos de conhecimento dos alunos. Contudo, podemos observar que esses dispositivos são meramente “curiosidades” para abrandar a carga abstrativa do que foi exposto anteriormente.

Já no relato de PHA, constatamos a intenção da licencianda em resgatar, da vivência dos alunos, conhecimentos que se relacionam ao tópico abordado na aula com o objetivo de alimentar um processo discursivo, como podemos constatar a seguir.

Relato 8 - Pha- Iniciei a aula tentando resgatar a lista de objetos, fenômenos e aparelhos “que envolvem eletricidade”. Perguntei a eles se sabiam o que eram aparelhos resistivos e ouvi como resposta “que contém uma resistência”, “que resiste a alguma coisa”, “que esquenta”. Então pedi que todos formassem uma definição para aparelhos resistivos no caderno e selecionassem na lista de aparelhos que fizeram quais eram os resistivos. Ficamos bastante tempo discutindo o assunto, eu fazendo perguntas para instiga-los a responder.

A partir do debate realizado, PHA solicita que os alunos elaborem uma definição, ou seja, parte-se do pressuposto que a partir da caracterização cotidiana pode-se chegar a uma definição científica unificada a respeito do que seja um aparelho resistivo. É interessante notar que, apesar da licencianda apostar numa pedagogia que privilegie o sentido do concreto para o abstrato na transmissão do conhecimento científico, no relato 16, em que faz uma análise das situações discutidas do ponto de vista do Modelo Clássico de Corrente, ela não faz a devida distinção do que é real e do que é teórico. Vejamos o trecho a seguir:

Relato 16- Pha- Nessa aula dei continuidade no conteúdo e tratei sobre a Corrente Elétrica. Pedi para uma aluna ler e comentar o que havia entendido do texto, após pedi que outro aluno explicasse a diferença entre um fio que estivesse ligado na tomada para outro desligado.

A corrente elétrica é um modelo teórico abstrato de interpretação microscópica da corrente elétrica e de suas consequências ao se estabelecer num condutor. Portanto, num fio condutor que não passa corrente comparado com outro que passa não há diferença sensível, salvo se houver aquecimento. Então a licencianda fragiliza sua explicação ao não evidenciar aos alunos o que é empírico e observável e o que é construção racional, uma possibilidade interpretativa do que observamos que representa o modelo científico.

Outro licenciando, MAU, tem a preocupação em relacionar os conhecimentos científicos com o dia a dia dos alunos, mas, diferentemente de PHA, aposta numa pedagogia que vai da construção teórico-racional para possíveis aplicações do conhecimento científico, no caso, o motor à combustão.

Relato 17 - Mau- Para essa aula elaborei 2 exercícios para que os alunos resolvessem em sala de aula. Os exercícios envolviam os conceitos de termodinâmica e se relacionavam com o funcionamento de um motor à combustão, para que os alunos pudessem perceber a relação dos conceitos físicos com o dia-a-dia deles. Desenhei no quadro negro um motor e demonstrei de maneira detalhada como ocorria o processo descrito no exercício. Os alunos pareciam interessados em entender o funcionamento do motor e formularam diversas questões referentes à potência, o que forneceu subsídios para discutir mais o processo de compressão (...).

MAU deixa a entender que as vinculações entre aplicações do mundo real e o teórico são meramente ilustrativas, visto que a complexidade de funcionamento de um motor dificilmente seria compreendida pelos alunos com uma projeção bidimensional de um desenho no quadro, algo tão abstrato para eles quanto às discussões teóricas anteriormente apresentadas.

Categoria 2.1.2

Nessa categoria, identificamos unidades de significados nos relatos 1, 4, 14 e 18 que expressam posicionamentos pedagógicos que subjazem concepções distintas na transmissão do conhecimento científico. De um lado, posturas mais dialógicas e de outro, posicionamentos mais dogmáticos na construção do conhecimento.

No relato 1, o licenciando FEL tem como objetivo discutir o papel das “interações” nos movimentos. Apoiando-se numa concepção mais dialógica, lança aos alunos algumas questões que geram um silêncio inicial como podemos perceber no relato a seguir.

Relato 1- Fel- (...) então pedi a eles que falassem sobre o que é o movimento, o que é necessário para se movimentar?. Muitos ficaram em silêncio, mas alguns alunos começaram a falar de vários exemplos. Então tentamos relacionar esses movimentos com o que era

necessário para eles que eles ocorressem. Ex nadador- água; passarinho- ar. Sempre tentando fazer com que eles participassem da aula peguei alguns exemplos para aprofundamento e perguntei: o que é preciso fazer para nadar? Os alunos disseram que era necessário mexer os braços, ter fôlego, saber boiar, etc. Então eu perguntei: mas quando mexe os braços o que acontece? A resposta mais comum foi: ele bate na água e empurra a água para trás. Com essa última resposta eu intervi e disse que quando empurra a água para trás o nadador vai para frente. Então disse que esse tipo de movimento é denominado de movimento acoplado (...). Pequei o exemplo da bola citado anteriormente pelos alunos e tentei fazer o mesmo, questionei o que é necessário para ela se movimentar. Os alunos disseram que ela entra em movimento com um chute. Então eu disse que quando algo em movimento bate em algo parado há uma transferência de movimento. Enfim, foi fazendo novas perguntas até determinamos que para que haja início de um movimento tem que haver interação. Depois sugeri que eles pensassem em quais objetos interagem nos mais variados movimentos.

Na sequência FEL permite que os alunos deem exemplos variados e tenta direcionar a atenção deles para os objetos que estão interagindo nos movimentos, ou seja, o licenciando promove um distanciamento das impressões primeiras ao frisar um aspecto que do ponto de vista do senso comum não é muito evidente, e que interessa a construção científica. Explorando os exemplos citados pelos alunos, o licenciando distingue dois tipos específicos de interações: as acopladas e as por transferência de movimento. O que é interessante notar é que o diálogo em torno de situações corriqueiras permitiu ampliar a visão sobre os movimentos, identificando regularidades aplicáveis a um maior número possível de exemplos, um dos objetivos da ciência.

Observem que, no relato que se segue, o licenciando RO apresenta aos alunos algo bem específico da Física, o conceito de aceleração e uma função horária. Contudo, eles surgiram de uma necessidade interna da própria sequência do conteúdo, pois não foram apresentados situações ou problemas que justificassem a necessidade desses novos tópicos e, conseqüentemente, possibilitassem uma ação dialógica, como podemos perceber na unidade seguinte.

Relato 4- RO- A aula de hoje foi no 1ºB e dei continuidade ao conteúdo de MUV. Tentei discutir com eles o conceito de aceleração e a função horária da velocidade. Então demonstrei a equação horária da posição para esse tipo de movimento e novamente percebi a grande deficiência em matemática que os alunos possuem, pois as principais dúvidas que surgiram eram em relação a conceitos matemáticos e não a conceitos físicos. Resolvi alguns exemplos para eles na lousa e em seguida passei alguns exercícios para que eles fizessem. Acho que eles agora estão entendendo bem minhas explicações.

Observe que a tentativa de “discutir”, para RO, está travestida de uma demonstração matemática da equação, evidenciando que as dificuldades dos alunos residem na matemática e não nos conceitos da Física que, ao que tudo indica pelo relato, não foram devidamente discutidos, ou seja, se as equações foram o foco da aula, é de se esperar que as dúvidas sejam sobre elas e não sobre os conceitos.

Complementando essa impressão, no relato 18, RO, após realizar uma lista de exercícios, percebe que os estudantes apresentam grande dificuldade em aceitar as interações de ação-reação propostas, indicando que as discussões teóricas são impostas e a delimitação do “sistema”, fundamental na física newtoniana, são fracamente debatidas. Vejam o relato.

Relato 18- Ro- Com a lista de exercícios foi possível fazer uma boa discussão a respeito da “ação-reação”, 3ª Lei de Newton. Os alunos questionaram bastante a respeito dessa interação, as forças do par ação-reação, eles confundem muito onde cada uma das forças estava atuando (...). Sobre esse assunto uma questão muito interessante que um aluno me fez foi a seguinte “por que a força de reação tem que ser igual à força de ação, por que ela não pode ser maior ou menor? O Newton chegou e disse que elas eram iguais e todo mundo aceitou isso”. Eu achei essa pergunta interessante, pois eu mesmo nunca tinha pensado nisso antes. Normalmente aceitamos que a força de reação sempre tem a mesma intensidade que a ação, mas não refletimos sobre por que é assim.

É interessante notar que a mesma dúvida apresentada pelos alunos também incomodara o licenciando, que até então aceitara o conhecimento científico como um dogma a ser seguido. Impondo sua crença, ele transmitiu esses conhecimentos aos alunos, não se dando conta de debater os fundamentos da teoria newtoniana e considerá-la modelo interpretativo da realidade.

No relato 14, percebemos algo semelhante. MAU, ao fazer uma discussão sobre termodinâmica, impõe dogmaticamente aos alunos conclusões sobre a temperatura e pressão no interior de um êmbolo sem nenhum argumento que justificasse sua proposição. Observe que as expressões “eu disse a eles” e “chegamos à conclusão” utilizadas no relato são manifestações do dogmatismo.

Relato 14- Mau- Para dar continuidade à termodinâmica e entrar na parte conceitual da primeira e segunda lei, resolvi passar para os alunos a Lei de Boyle-Mariotte. Desenhei no quadro negro cilindros contendo ar dentro. Discuti com os alunos o que aconteceria se o êmbolo fosse forçado a descer, depois de apresentarem algumas ideias, disse a eles que a temperatura deveria permanecer constante e pedi que fizessem uma relação com a pressão. Chegamos à conclusão que quando o volume varia a pressão também varia se a temperatura permanece constante e que pressão vezes o volume é uma constante. Em seguida fiz o cálculo para cada um dos quatro cilindros que eu havia desenhado e no final da discussão dei um exercício, que alguns alunos relutaram em copiar. Então expliquei para eles para a turma que seria importante que eles fizessem os exercícios que peço, pois isso ajuda a entender as relações que tentei explicar anteriormente.

Vale notar que esses mesmos aspectos poderiam ser discutidos mais eficientemente com a utilização de uma simples bomba de bicicleta ou uma seringa, é claro, fazendo uma interpretação, segundo o modelo cinético molecular, procurando estabelecer relações entre macro e microestados. A consequência imediata da falta de sentido desses conhecimentos para os alunos é a recusa em participar e copiar o que o professor está propondo, como relatado.

Categoria 2.1.3

A descrição gerada aqui teve como base os debates ocorridos nas aulas 13 de ES turma I e aula 11 de ES turma II. Essas aulas tiveram como um dos temas de debate o papel das atividades experimentais nas aulas de Física.

Em geral, percebemos que as atividades experimentais são fracamente consideradas no ensino de Física, o que se comprova com a baixa frequência delas nos relatos dos licenciandos. Vários fatores contribuem para isso, como tentaremos identificar nos relatos a seguir. Aqui mapearemos também algumas concepções dos licenciandos sobre o papel das atividades experimentais no ensino, além de algumas concepções de ciência que perpassam nas atividades nos laboratórios.

Durante a aula 11 de ES turma II, a licencianda JO argumenta sobre a necessidade do resgate dos espaços dos laboratórios nas escolas. A professora LIZ, que pressupomos que conhece as preferências do professor titular da escola, afirma que esse tipo de atividades é de grande interesse para ele.

Jo- Eu acho que uma ajuda que a gente poderia dar, seria reformular aquele laboratório.

Liz- Isso o professor regente gosta, se tem alguma maneira de envolver esse professor passa pelo laboratório, ele gosta muito das atividades experimentais.

Mais adiante, JO argumenta que falta pessoal de apoio técnico para elaboração e organização dos experimentos, e isso tem sido um fator impeditivo para o desenvolvimento desse tipo de atividade. Aqui percebemos que a licencianda faz uma transposição da visão de atividades experimentais na graduação para o Ensino Médio, talvez por ser a única experiência dessa natureza em suas trajetórias formativas.

Jo- Mas falta pessoal de apoio técnico para organização dos experimentos.

Jo- Mas eu acho que o ambiente de laboratório se diferencia da sala de aula, o aluno ficar sentado numa bancada, pode ser experimentos simples, não sei, acho que contribui muito.

Ainda que sem uma visão clara do papel das atividades experimentais no ensino, JO sai na defesa do aspecto motivacional desse tipo de atividade, argumentando que o laboratório contribui por ser um ambiente diferente da sala de aula, tanto fisicamente, como funcionalmente.

Considerando a baixa referência às atividades experimentais nos relatos e nos planejamentos das aulas, o pesquisador SE incentiva os licenciandos a considerá-las em seus planos de aula. Na aula 13 ES, turma II, essa discussão foi retomada tentando identificar quais as concepções dos licenciandos sobre o papel que podem desempenhar essas atividades no ensino de Física.

Se- Gostaria de ouvir de vocês uma explicação sobre as atividades experimentais que estão elaborando.

Ed- Nós compramos uns carrinhos para a aula, a ideia é levar para a sala.

Se- Mas esses carrinhos com essas rodas cheias de rebarbas vai dá para fazer alguma coisa. Me explica essa história direito.

Ed- A ideia é falar da conservação da quantidade de movimento, vamos fazer também uma experiência com um tubo com “sorrisal” e uma rolha, para demonstrar um movimento acoplado e a conservação da quantidade de movimento. Outra demonstração é a colisão frontal com esses carrinhos.

Como podemos notar na fala de ED, a proposta trata de uma atividade demonstrativa para “falar” a respeito da conservação da quantidade de movimento. Contudo, ao final da fala, ED argumenta que pretende “demonstrar” a conservação da quantidade de movimento nos movimentos acoplados e em colisões frontais.

A professora LIZ, conhecedora da impossibilidade de comprovação experimental desse princípio por seu caráter teórico-idealizado, coloca em xeque ED sobre o objetivo da aula que transparece demonstrar na prática esse princípio e suas possíveis aplicações.

Liz- Mas qual seria mesmo o objetivo da aula?

Ed- O objetivo seria mostrar para o aluno o caráter vetorial da conservação da quantidade de movimento.

Liz- Quer dizer que você joga um carrinho na parede e o aluno vai falar que conservou. Será que o aluno aprende isso? Se jogar na parede e ele voltar, o aluno vai falar que o momento conservou, estava assim e agora tá assim, então conservou. Eu acho que o professor tem que fazer isso mesmo, eu só estou questionando a dificuldade do caráter vetorial, da abstração envolvida que não se observa com um simples experimento.

Fel- No caso da rolha e do tubo, é interessante algo que tem momento zero e depois continuar zero mesmo depois do movimento. Então o aluno fica sabendo para quê serve. Isso pode ser aplicado numa colisão de carros, por exemplo.

A professora LIZ faz nova intervenção acrescentando que esse tipo de atividade realmente tem um potencial para ajudar a discutir a conservação da quantidade de movimento, entretanto, não pode demonstrá-lo. Assim FEL, que também fazia parte do grupo, acrescenta que a intenção é utilizar a demonstração experimental para problematizar o tópico mal compreendido pelo aluno. Então LIZ chama atenção para a necessidade de questionamentos antes e depois da realização da demonstração experimental de modo a permitir aos alunos que reflitam sobre a situação e lancem suas hipóteses, que podem ser comprovadas ou refutadas com o experimento.

Liz- Eu estou dizendo que se for utilizado para mostrar é uma coisa, mas para discutir é outra coisa.

Fel- É para discutir, tanto que estamos preocupados em demonstrar o que ocorre com a variação da massa nesse caso da rolha, isso a gente vai problematizar com eles. Em relação ao isopor com os lápis a gente vai soltar um carrinho em cima para explicar para eles o que tá interagindo, que deve existir interação para que tenha movimento. A gente já explicou para eles, mas eles não entendem. Acho que com o experimento é mais fácil problematizar.

Liz- Se o objetivo é permitir melhor entendimento, sim. Mas é importante ficar atento para a sequência, antes de fazer o experimento, você pode perguntar o que você acha que vai acontecer? Ainda antes, tentar fazer o aluno justifica o porquê. Ai ele vai trazer suas posições. Depois de fazer o experimento, questionar novamente porque foi daquele jeito.

Não entendendo o motivo da impossibilidade de demonstração experimental do princípio de conservação da quantidade de movimento, RI questiona a professora LIZ se não temos que fazer o aluno entender esse princípio. LIZ arremata que, nesse tipo de demonstração experimental, ganhamos na discussão gerada e não por fazer o aluno ver na prática a conservação, uma construção teórico-abstrata que requer um nível mais elevado de compreensão que ultrapassa as de ordem sensoriais.

Ri- Professora, quando a senhora diz assim fazer o aluno entender, a senhora fala que a gente não deve ter essa pretensão?

Liz- Tem que ter isso sim, a gente não pode se iludir que simplesmente demonstrando uma experiência o aluno vai entender algo como a conservação da quantidade de movimento. Onde ele vai ganhar é com a discussão.

Categoria 2.1.4

De todos os temas abordados nos relatos das aulas, os mais recorrentes foram as dificuldades que os licenciados encontraram na realização de exercícios quantitativos por causa da falta de conhecimento em matemática por parte dos alunos e as dificuldades de interpretação dos exercícios. Os dados selecionados do grupo de relatos 4, 6, 7, 11, 15, 17 e 18 denunciam algumas dimensões dessa realidade e apontam algumas saídas singulares para esse problema, como veremos a seguir.

No grupo de relatos 4, 6 e 7, podemos evidenciar o quanto as aulas de Física são centradas na dimensão quantitativa do conhecimento e como os alunos apresentam dificuldades na realização dos exercícios propostos.

No relato 4, RO retrata a dificuldade dos alunos ao realizar sua lista de exercícios que havia passado, entretanto, as dúvidas não se restringiam aos aspectos da Física, mas, principalmente, à falta de conhecimento em matemática. RO reconhece o exagero do número de exercícios solicitados e diante da falta de respostas satisfatórias planeja para a próxima aula resolver os exercícios para os alunos.

Relato 4- Ro- (...) passei uma lista de exercícios sobre o MUV para que fizessem e me entregassem até o final da aula, mas acho que exagerei no número de exercícios, pois ninguém conseguiu entregar. Passando nas carteiras, percebi que a maioria dos alunos apresentou muita dificuldade na resolução das questões, mas não só nos conteúdos que eu ensinei, mas em matemática. Era necessário converter a unidade de velocidade de km/h para

m/s e os alunos não sabiam porque era necessário fazer essa conversão e nem como realizava a mesma. Na próxima aula estou pensando em resolver na lousa os exercícios que passei hoje para ver se os alunos entendem melhor os conceitos.

É bem provável que RO tenha tomado como referência as longas listas de exercícios que realizou em sua formação universitária, ou seja, replicou em algum nível os mesmos procedimentos aos quais foi submetido na graduação.

Ainda no relato 4, a licencianda PHA enfrentando a mesma dificuldade de RO tenta investigar o foco do problema: se os alunos são capazes de identificar os dados e o que o exercício está pedindo para calcular. Essa ação parece ter surtido efeito a ponto de alguns alunos reconhecerem que não é tão difícil.

Relato 4- Pha- Nessa aula eu continuei com a revisão iniciada na aula anterior sobre energia potencial elétrica e potencial elétrico. Passei um exercício e notei muitas dificuldades. Fui pedindo que eles me fornecessem os dados e dissessem o que era para calcular, nesse instante surgiram dúvidas sobre potência de dez e o que era micro Coulomb. Depois que expliquei muitos ficaram se questionando porque não conseguiram fazer, um aluno até disse que isso não é tão difícil como parecia.

No relato 6, novamente RO denuncia a falta de conhecimento em matemática dos alunos. Apesar de considerar que os alunos entenderam a relação funcional estabelecida na equação de Torricelli, durante o processo para demonstrá-la várias passagens matemáticas não foram acompanhadas pelos alunos. Veja o relato a seguir:

Relato 6- Ro- Dado continuidade ao MUV, ensinei a equação de Torricelli, e novamente os alunos apresentaram grande dificuldade em matemática, quando foi demonstrar a equação para eles tinha várias passagens matemática que eles não entendiam, então eu tinha que parar a demonstração para explicar para eles. Mas pude perceber que fisicamente eles entenderam o que eu estava fazendo, pois deixei bem claro que iríamos encontrar uma equação que relaciona diretamente a velocidade do móvel conhecendo somente sua aceleração e deslocamento.

Novamente tomando como base os aspectos quantitativos frisados em sua formação universitária, RO, perdeu a oportunidade de apresentar uma compreensão mais aprofundada do significado e da relação funcional que se estabelecem entre velocidade, aceleração e variação do espaço percorrido por um móvel.

Já o licenciando MA, no relato 7, aponta para a necessidade de os alunos refazerem os exercícios com valores diferentes dos exercícios realizados pelo professor. Essa ação evidencia que para MA pode-se aprender com a repetição e através de procedimentos mecânicos.

Relato 7- Ma- Essa foi a terceira semana e iniciei a aula voltando ao exercício da aula passada, explicando-os novamente. Os alunos estavam conversando muito, mas quando pedi silêncio, eles respeitaram. Ao terminar a explicação do exemplo, atribuí outros valores à velocidade inicial e calculei a velocidade final junto com os alunos. Aguardei que eles copiassem o exercício no caderno e solicitei que pegassem a outra lista de exercícios que era para entregar

resolvida no final da aula. Eu expliquei que essa lista é para ser resolvida para ser entregue resolvida, porém apenas os cálculos.

Podemos observar também que na lista de exercícios proposta por MA os aspectos quantitativos são evidenciados e prioritariamente cobrados dos alunos, como em geral ocorrem nas aulas de Física.

É interessante notar que dentro dessa problemática, os licenciandos identificam como um dos principais empecilhos, as deficiências de interpretação dos exercícios por parte dos alunos. FER, no relato 4, precisou “traduzir” para os alunos o que o exercício estava solicitando.

Relato 4- Fer- Hoje a turma ficou bem quieta na hora da explicação, responderam as perguntas que eu ia fazendo de forma que rolou um diálogo bastante interessante, deu para perceber que eles estavam assimilando os conteúdos. Depois disso pude iniciar alguns novos conceitos, como calor latente, mudança de fase, entre outros e equacionar todos esses conceitos. Então entreguei a eles uma lista de exercícios para que fizessem alguns ali em sala sem a ajuda minha. Ai fui percebendo que as dúvidas que eles apresentam são com relação à matemática, mas a maioria são de interpretação dos enunciados dos exercícios, coisas que eu precisava ler com eles e traduzir para que eles pudessem entender o que o exercício estava pedindo.

A percepção de MA corrobora com a de FER, contudo deixa uma dica de uma possível causa do problema – exercícios muito extensos e que envolvem várias equações. Veja o relato.

Relato 15- Ma- Ao solicitar que eles se pronunciassem sobre as dificuldades das listas, notei que todos estavam com dificuldade de interpretar o que era pedido na questão. Mas tenho que reconhecer que os exercícios envolviam várias equações e ficaram muito extensos.

Objetivando fazer um mapeamento mais preciso do tipo de dificuldade em matemática FER, MA, MAU e RO, nos relatos 16, 17 e 18, nos fornecem algumas informações interessantes.

Relato 18- Fer- (...) alguns alunos, a maioria, possuem sérias dificuldades na matemática, em que não conseguem resolver simples equações do tipo $a=bx$, não entendendo como se isola, etc.

Relato 18- Ma- Alguns alunos foram bem na avaliação, mas a maioria cometeram equívocos com relação à utilização das unidades de medidas, nas substituições de dados nas equações e até mesmo em operações de multiplicação.

Relato 17- Mau- Meus alunos apresentam grande dificuldade em matemática. São coisas simples do tipo “se está multiplicando passa dividindo” e tentei explicar para eles de várias maneiras, multiplicando números iguais nos dois lados da igualdade e também da forma mecânica que deveriam ter aprendido.

Relato 16- Ro- Um outro problema que enfrentamos lá é a matemática, eu fui tentar demonstrar a equação de Torricelli, mas não teve condições não. Se tiver uma multiplicação de fração eles não sabem, se tiver uma fração ao quadrado onde podemos separar como sendo um numerador ao quadrado sobre o denominador ao quadrado, eles já não sabiam disso aí também. Tentei explicar essa propriedade. Um outros problema é a distributiva, vamos supor, se eu tenho “v” que multiplica “v” menos “V zero” eles não sabem.

FER identificou a dificuldade dos alunos em isolar uma variável. Para MA as fragilidades residem nas unidades utilizadas, nas substituições dos dados nas

equações e na operação de multiplicação. MAU reconhece a simplicidade das dúvidas ao se referir ao isolamento de variáveis que os alunos tiveram dificuldade e RO identificou como problema a multiplicação de fração e a propriedade distributiva.

Vale notar que, ao mesmo tempo em que os alunos apresentam dificuldades em matemática, não estão disponíveis para outros tipos de abordagens que desvie a Física do eixo substituição dos dados em fórmulas e obtenção de um resultado, que, na maioria das vezes, não é interpretado e nem compreendido. Analisemos trechos dos relatos 3, 4 e 11.

Relato 3- Ro- Então quando tento demonstrar uma equação os alunos ficam questionando para que serve isso, porque não dá logo a fórmula? E eu fico tentando argumentar que isso não surgiu do nada, eu fico tentando mostrar de onde vem isso.

Relato 4- Fel- Na aula de hoje tentei fazer um diálogo com eles sobre a conservação da quantidade movimento, fazendo com que os alunos participassem mais da aula e que se interessassem mais pela física, mas era tanta conversa e agitação que parecia que a aula estava fora do controle. Alguns alunos acharam ruim falando que eu estava enrolando a aula e que eles não conseguiam a resposta então eu tinha que dar a resposta logo. Então continuei problematizando até que os alunos chegassem a um acordo sobre a resposta correta do exercício.

Relato 11- Pha- Iniciei a aula pedindo que pegassem as contas de energia elétrica que pedi na aula anterior. Logo no início da aula, o aluno Edilson levanta a mão e questiona o porquê em estudarmos a conta de energia já que não tem nada a ver com a física. Para responder a ele fiz perguntas a respeito de como se calculava a energia gasta em uma casa, se não tinha nada a ver com as plaquetinhas que trabalhamos nas aulas iniciais. Ele não ficou muito satisfeito, mas pediu para continuar a explicação. Alguns alunos argumentaram dizendo que física não é apenas cálculo e que tem tudo a ver com nosso dia-a-dia. Ele ainda insatisfeito disse que para ele seria muito mais interessante se pegássemos cada aparelho para calcular essa energia gasta. Eu disse para ele que isso nós faríamos na próxima aula.

No relato 3, RO se depara com os alunos questionando o processo de justificação de uma equação, solicitando logo a equação que sintetiza a explicação. FEL ao tentar dialogar sobre uma possível solução de um exercício é taxado de “enrolão” e que deveria dar logo a resposta. Já PHA, no relato 11, é surpreendida por um aluno que dizia que o estudo sobre a conta de energia não tem nada a ver com a Física. As duas primeiras situações expõem o processo “apressado” e semiformal que guia nossa sociedade atual e o último a visão ingênua que a Física se reduz apenas aos aspectos quantitativos.

Nas transcrições que se seguem o problema da matemática no ensino de Física é debatido na aula de Estágio Supervisionado. Como as turmas I e II estavam reunidas por ser uma aula de reposição, podemos observar unidades de falas dos participantes das duas turmas.

Para MA esse problema tem relação com a forma como os conhecimentos da Física são abordados na graduação, em que, segundo ele, são supervalorizadas as

abordagens de aspectos da matemática. PHA acrescenta que o ensino de Física no Ensino Médio também é conduzido dentro dessa lógica quantificadora, e que os próprios alunos recusam aspectos mais interpretativos, diante disso, os professores não debatem mais o significado dos tópicos abordados. Isso pode indicar que existe uma tradição cristalizada sobre o que é ensinar física e que de alguma forma é transmitida da formação para a atuação profissional sem as devidas considerações dos objetivos e do público do Ensino Médio. Seguem as falas mais significativas.

Ma- Um problema que enfrentamos é chegamos ao final do curso e ainda não saber diferenciar se o curso é de Física ou de Matemática.

Pha- Mas é nessa tecla dos exercícios quantitativos que também o ensino médio é conduzido, é difícil os alunos aceitarem uma visão mais conceitual. Por exemplo, a 2ª Lei ficou tão restrita a $F=ma$ que acabou que todo o seu significado se perdeu. Os professores utilizam, mas debatem pouco o significado.

Posicionando-se sobre os problemas enfrentados com a matemática no ensino de Física, o licenciando CI, mesmo reconhecendo a importância do papel da matemática no desenvolvimento da ciência, acredita que propostas que desvirtuem o ensino de Física excessivamente matematizado passam pela reflexão do profissional sobre a necessidade de abordar outras dimensões do conhecimento. Dentro dessa perspectiva, o professor não pode ser um mero reproduzidor da tradição do ensino de Física, precisa de uma postura crítica sobre o tipo de profissional que se pretende ser, o que implica na aceitação ou na transformação do estado das coisas. Veja sua fala a seguir.

CI- E como a professora sempre fala, qual o tipo de profissional que você quer ser? Qual o seu diferencial? Será aquele de só vê tudo matematicamente? Tanto que a gente viu que a matemática foi fundamental para o desenvolvimento da ciência.

A professora LIZ lança um possível caminho para lidar com os problemas da matemática no ensino de Física sugerindo a realização de listas de exercícios de álgebra, o que pressupõem que os principais tópicos de matemática em que os alunos apresentam dificuldade para o aprendizado da Física, estejam mapeados. Para o licenciando RO, baseando-se em sua experiência em sala de aula, uma possibilidade é explicar o tópico de matemática paralelo às explicações da Física, contudo, para ele, isso tem atrapalha o andamento com o conteúdo de Física.

Liz- Na minha época que dei aula para o ensino médio, a gente fazia uma listona de exercícios de álgebra. O problema é o que você vai fazer com isso (...).

Ro- Eu tento resolver o problema na hora, se tem alguma dúvida de matemática eu explico na hora ali. O problema é que isso acaba não andando, não rende o conteúdo assim. Lá na ETEC a gente tem uma programação que a gente tem que cumprir, acaba não andando. Eu não ligo de explicar, o problema é que precisa avançar na programação e a prova é daqui uma semana, duas semanas eu acho.

A professora LIZ, considerando insuficiente a ação do professor de parar a aula de Física para explicar dúvidas de matemática, acrescenta que é necessário conscientizar os alunos de suas deficiências e exigir deles tarefas extras que possibilitem que eles coparticipem da correção de suas debilidades formativas. LIZ acrescenta ainda que esse é um problema para ser atacado pelos professores, o que exige a percepção das várias dimensões do problema e o replanejamento constante da ação pedagógica. O discurso de LIZ pode ser visto a seguir.

Liz- O problema é o que fazer. Será que não seria o caso de exigir tarefa pesada disso, eles vão ter que correr, parece que só você parar não tá resolvendo, eles precisam valorizar de alguma forma e reconhecerem que precisam correr atrás do prejuízo. Tem que exigir mais dos alunos, com tarefas. Não é só um problema de passar de ano, você tem que enfrentar o problema. Esse é um problema para a gente enfrentar. Aprender a ser um professor melhor acho que vai nesse sentido, replanejar em cima de algo que representa um problema, é não passar batido, é se incomodar, não se contentar.

Parte 2.2

Categoria 2.2.1

Em praticamente todos os relatos dos licenciandos, em algum momento, verificamos desabafos sobre o baixo rendimento dos alunos nas avaliações. O mais interessante é que as reclamações estiveram quase sempre associadas à constatação de que os alunos diziam que estavam entendendo o assunto ao serem questionados sobre isso. Para debater essa ilusão de entendimento, selecionamos no grupo de relato 4, 11, 14, 15 e 16 algumas unidades de análise.

No grupo de relato 4, percebemos o quanto é pretensiosa a intenção do licenciando FER ao abordar em apenas uma aula e, por meio de conversas, os conceitos de temperatura, calor e capacidade térmica. Em seu relato, ainda podemos notar que utiliza de modelos idealizados (dois blocos com temperaturas diferentes em contato) sem uma discussão sobre as condições de contorno para que o exemplo citado na questão tivesse validade. FER, tomando como referência seu conhecimento no assunto, tentou transmiti-lo aos alunos como se eles estivessem no seu mesmo nível de abstração, como se o conhecimento que é fácil para o professor fosse fácil para o aluno. O indicativo de que sua ação pedagógica não gerou o entendimento esperado foi o desinteresse expresso nas conversas excessivas de alguns e o silêncio de outros. Abaixo a unidade que tomamos como referência.

Relato 4- Fer- Iniciei a aula com uma discussão sobre temperatura colocando a seguinte pergunta para os alunos “o que é temperatura?”. Alguns alunos diziam coisas como “quente e

frio”, outros “movimentos das moléculas”. Então através de conversas, pude perceber que isso era algo que eles já haviam entendido (...). Após isso, comecei conversar sobre calor colocando a seguinte pergunta “o que é calor?”. Um aluno me disse que é algo quente, dentre outras respostas. Então fiz um desenho na lousa de dois blocos em contato com temperaturas diferentes e fiz a pergunta “o que acontecerá com esses blocos um tempo depois?” um aluno respondeu “vai fundir”, outro disse “a temperatura vai ficar igual”, aí eu pude explicar o conceito de calor. Depois a próxima grandeza que expliquei foi a capacidade térmica, nessa eu percebi certa dificuldade dos alunos. Houve uma aluna que perguntou se isso estava relacionado à quantidade de calor que um corpo tem? Depois de várias conversas com ela, chegamos a um entendimento. Percebi que nesse momento os alunos estavam conversando mais e outros ficaram quietos, mas acredito que foi uma aula significativa, pelos diálogos que ocorreram entre eu e os alunos.

No grupo de relato 14, MA, partindo de pressupostos similares ao de FER, acredita que os alunos conseguirão perceber e compreender um princípio, que tem caráter vetorial, com a análise de uma situação idealizada de dois patinadores e com a realização de exercícios. MA esquece de informar e debater com os alunos que esse princípio é um a priori e que não requer demonstração e que não se percebe observando os exemplos. Provavelmente MA estivesse tão convencido do princípio, assim como já o tenha internalizado em seu cognitivo, que acredita que o outro tenha a mesma percepção e compreensão dele.

Relato 14 – Ma- Coloquei um exemplo onde dois patinadores, inicialmente parados, se empurram, sendo que um deles tinha a massa muito maior do que o outro. Então perguntei se haveria conservação da quantidade de movimento e todos responderam que não, pois não havia velocidade e depois do empurrão eles tiveram. Ressaltei para prestarem atenção, pois tanto a velocidade quanto a quantidade de movimento eram vetores e deveríamos considerar sua intensidade, direção e sentido. Alguns alunos disseram “é verdade, elas vão se cancelar”. Com isso iniciei a resolução dos cálculos com os alunos e ao final percebemos que realmente há conservação.

De forma semelhante, PHA, no grupo de relato 16, tenta discutir três conceitos teóricos com os alunos e se surpreende com o silêncio que a incomodou, provavelmente por ter interpretado a situação como a falta de entendimento da aula, contudo, optou por continuar explicando sem a preocupação de explorar a situação. Veja o relato que se segue.

Relato 16- Pha- (...) ainda nessa aula, desenvolvi os conceitos quantitativos de corrente elétrica, potência e resistência elétrica. Cheguei mais cedo à escola e copieei o conteúdo na lousa, assim sobrou um tempinho para mais discussões. (...). Após, fomos lendo o conteúdo da lousa e analisando o que era dito. Havia momentos de silêncio absoluto, o que me deixou um pouco incomodada; comecei então a questioná-los, mas mesmo assim eles estavam silenciados ou silenciosos, não sei. Achei muito estranha essa situação, mas continuei explicando.

A impressão de entendimento que tinha o licenciando é de alguma forma colocada em questão quando se percebe que os resultados nas avaliações não estão dentro do esperado para alunos que diziam estarem entendendo as explicações.

No relato 11, PHA se mostra tão desanimada com a situação do baixo rendimento que começa a culpar os alunos exclusivamente pela situação. PHA convencida de que o problema realmente estava nos alunos, faz-se vítima tentando comovê-los para a necessidade de mudanças. Aqui fica evidente que a busca para entender a situação foi substituída por um processo de “chantagem”.

Relato 11- Pha- Na primeira aula após a prova mostrei aos que se interessaram as médias, as provas e conversei muito com eles, pois grande parte da turma não atingiu o rendimento esperado. Confesso que estou um pouco desanimada com relação às atitudes dos alunos, parece que não está surtindo efeito estimulá-los com perguntas, mas continuarei tentando, pois perguntei a opinião deles quando a esse modo de dar aulas e eles afirmaram que gostam, pois os motivam a participar. Notei que quando eu estava discursando, eles estavam preocupados e muitas vezes me interrompia para dizer que eles eram culpados e que não era para eu me preocupar. Depois o professor titular aproveitou a situação para me acalmar, pois eu estava muito triste diante disso. Senti que os alunos e o professor ficaram comovidos com minha preocupação, mas não sei se foi o suficiente para eles mudarem as atitudes e comportamento.

O licenciando MA, no relato 15, diante do mesmo drama do baixo rendimento, sugere que uma explicação minuciosa da prova e relembra os alunos dos problemas semelhantes que foram trabalhados e entendidos em sala. MA acredita que, após a atividade de correção, os alunos passaram a entender as questões refeitas.

Relato 15 – Ma- Quando começou a aula pedi para que todos se sentassem e entreguei a prova corrigida. Poucos alunos tiraram notas acima de 5,0. Disse que a situação era preocupante e por isso iríamos fazer uma correção minuciosa de todos os problemas da prova. Ao iniciarmos disse que um problema semelhante havia sido trabalhado e discutido em sala de aula, e os alunos responderam que lembravam do exercício e que haviam compreendido, mas quando tentaram fazê-lo na prova, não conseguiram. Ao final da explicação, disseram que agora haviam entendido o exercício, mas que seria necessário mais exercícios.

Para o licenciando RO, que resolve mudar sua metodologia para aperfeiçoar suas explicações e reverter a quantidade de notas vermelhas, após uma apresentação, utilizando-se de *slides*, acredita que os alunos entenderam melhor por terem respondido positivamente a clássica pergunta “entenderam?”. Veja o relato.

Relato 15- Ro- A aula de hoje introduzi as mudanças sugeridas após a reunião com os pais. Preparei uma aula em slides para levar os alunos à sala de vídeo, diferenciando, assim, das aulas tradicionais. Os pais haviam reclamado do grande número de notas vermelhas, das aulas como um todo e principalmente da explicação dos conteúdos. Acho que as mudanças foram positivas, pois a aula de cinemática vetorial que preparei nos slides foi bem aceita pelos alunos. No final perguntei se todos estavam entendendo, e disseram que sim.

Categoria 2.2.2

Essa categoria que se apoia em fragmentos do grupo de relato 6, 8, 14 e 15 expressa a necessidade do licenciando em assumir a responsabilidade no processo de ensino/aprendizado como o detentor do conhecimento. Como resquício do ensino tradicional em que o professor fica na posição de especialista infalível no assunto. Identificamos, dessa forma, muitas situações em que se perdeu a oportunidade de compartilhar responsabilidades na construção das aulas de Física como momento

intelectual, em nome da auto afirmação do licenciando como uma pessoa detentora do conhecimento.

Vejam que no relato 8, a licencianda PHA opta por buscar solitariamente a resposta para uma dúvida sobre os raios. Dúvida essa que emergiu dos próprios alunos. Provavelmente isso ocorre para que se mantenha a posição da professora detentora do conhecimento, infalível e que tem respostas para todas as questões.

Relato 8- Pha- Após terminarmos a lista, o sinal tocou e uma aluna pediu que eu explicasse como ocorria o raio, pois ela não conseguia ver a eletricidade nesse fenômeno, pedi que ela me lembrasse na próxima aula que eu explicaria para todo mundo. Na aula seguinte, conversei rápido com eles antes de iniciar a matéria. Como havia prometido, expliquei como ocorre o raio, fiz desenhos na lousa e eles fizeram várias perguntas, percebi que eles gostaram do assunto.

No relato 6, o licenciando RO percebendo o interesse dos alunos pelos problemas em torno da queda livre dos corpos, tenta fornecer todas as respostas possíveis para o momento, inclusive corrigindo distorções sobre a história apresentada pelos estudantes. Desse modo, reforça-se a ideia tradicional de professor e em contrapartida desestimula o aluno a ganhar autonomia para buscar conjuntamente respostas para suas questões.

Relato 6- Ro- Dei continuidade ao conteúdo e expliquei a eles (alunos) o conteúdo de queda livre e o conceito de aceleração da gravidade. Durante a explicação um aluno perguntou se foi Newton que falou que se soltarmos dois objetos, de tamanhos diferentes, de um prédio, eles vão chegar juntos no chão. Eu disse que sim, mas isso só aconteceria se desprezássemos a resistência do ar. Então contei a história da experiência de Pisa atribuída a Galileu; falei que alguns historiadores afirma que ele nunca fez essa experiência, pois ele sabia que devido à resistência do ar os corpos não chegariam juntos ao solo. Outros alunos ficaram interessados pelo assunto e não se convenceram que os corpos chegam juntos. Comecei a discutir com eles o assunto falando um pouco da resistência que o ar exerce sobre os corpos em movimento e que desprezando essa resistência, o tempo e a velocidade de queda dos corpos não dependem de seu tamanho e nem de sua massa, apenas da altura e da aceleração da gravidade.

Essa situação se torna ainda mais grave quando o professor faz a tarefa para o aluno, ou por falta de tempo na aula, ou por não se interessar pelas possíveis repostas dos alunos e, até mesmo, por acreditar que eles não fazem mesmo os exercícios. Vejam que nos grupos de relatos 14 e 15, os licenciandos MAU e MA iniciam suas aulas resolvendo o exercício sem ao menos verificar se os alunos tentaram fazer, que tipo de resposta foi encontrada. É uma tendência de o professor fazer pelo aluno.

Relato 14- Mau- Quando cheguei na sala fui logo resolvendo o exercício que havia ditado na última aula, mas demorei mais da metade da aula para resolver o problema, pois os alunos estavam participativos e dispostos a discutir o problema. Aproveitei e iniciei a Lei de Charles e Gay-Lussac, adotei a mesma abordagem de explicação da aula passada, no entanto não consegui ditar o exercício, pois a aula acabou.

Relato 15- Ma- No início da aula, tive que chamar a atenção para as conversas dispersas. Iniciei assim a resolução dos exercícios da lista e notei que os alunos estavam com muitas

dúvidas acerca da variação da quantidade de movimento. Os alunos começaram a se dispersar novamente, mesmo assim foi possível resolver no quadro mais dois exercícios.

Categoria 2.2.3

Um aspecto exposto nos dados que chamou nossa atenção foi a quantidade de tópicos abordados nas aulas pelos licenciandos. Observamos que há uma desproporção entre os conteúdos projetados para serem ministrados nas aulas idealizadas e o que efetivamente é possível debater numa aula real. As causas desse descompasso são variadas e vão desde as pressões dos extensos currículos, da tradição livresca e da falta de experiência do professor iniciante.

Do grupo de relatos 3, 8 e 18, selecionamos algumas passagens que expressam a dissonância entre a aula idealizada e a aula real. Nos relatos que seguem, apresentamos a síntese descritiva dos tópicos que apareceram nos relatos.

Na análise do relato 3, é fácil constatar a ilusão do licenciando FEL em abordar em apenas um encontro de duas aulas os conceitos de calor, transferência de calor, calor latente e calor sensível.

Relato 3- Fel – Iniciando a aula, começamos a explicar o conceito de calor para os alunos trazendo vários exemplos do cotidiano. Fiz uma revisão sobre trocas de calor, condução, convecção e irradiação. Em todos eles utilizamos vários exemplos do cotidiano dos alunos, fazendo essas relações com eles. Na segunda aula foi feito um grande comentário sobre calor latente e calor sensível que continuarei na próxima aula, pois o tempo foi curto.

Como se percebe, as aulas conduzidas por FEL acabaram se restringindo a “comentários” superficiais sobre uma quantidade grande de conteúdos. Além do mais, dois tópicos ainda precisarão ser abordados no próximo encontro.

Semelhantemente, no relato 8, a licencianda PHA tem a pretensão de abordar em sua aula quatro conceitos: frequência, potência, tensão e corrente elétrica. Mas aqui podemos notar que a opção por uma postura mais dialógica em que os conceitos precisavam ser mais bem discutidos, fez com que a licencianda precisasse ultrapassar a barreira do planejado dessa aula para a próxima. Vejam o relato.

Relato 8- Pha- Na aula de hoje, discutiríamos sobre a atividade das plaquetinhas dos aparelhos eletrônicos. Então fui escrevendo no quadro os valores que eles anotaram e foi discutindo item a item, sobre potência, tensão e frequência. Após, passei na lousa o conceito de tensão, mas não expliquei e pedi que um voluntário lesse e explicasse o que tinha entendido (...). Para explicar direito esse assunto discutimos bem o conceito de corrente. Falei que não adiantava eu ficar ali na frente falando vários conceitos sem uma boa discussão, por isso, era importante a participação deles. Terminando esse conceito, foi para potência, passei o conteúdo na lousa e discuti com eles novamente com que a potência se relacionava. Na aula seguinte continuaremos a discussão desses conceitos.

Finalmente no grupo de relato 18, MA expressa sua intenção de abordar força gravitacional e a 3ª Lei de Newton, mas segundo ele, a desmotivação dos alunos para entender o que estava sendo apresentado fez com que ele terminasse a aula num ponto muito distante do que havia planejado.

Relato 18- Ma – Em meu planejamento para esta aula, preparei duas apresentações diferentes, uma sobre força gravitacional e outra sobre a terceira Lei de Newton. Mas a turma estava muito desanimada e pouco participativa. Quando comecei a explicar sobre a 3ª Lei de Newton, que era uma situação de um patinador empurrando uma parede e se movimentando no sentido contrário ao da força aplicada, eles participaram mais um pouco. Aquele desânimo foi muito incômodo para mim e estou refletindo para entender o que ocorreu. Quando a aula encerrou fiquei pensando o quando fiquei distante do que eu tinha preparado para abordar hoje.

Parte 2.3

Categoria 2.3.1

Essa categoria evidencia algumas estratégias utilizadas pelos licenciandos para manter o controle e a disciplina nas aulas de Física. E que, de alguma forma, desvia o foco para a construção de um ambiente intelectual na escola.

Aqui vamos colocar alguns achados expressos no grupo de relato 4, 5 e 18 que evidenciam como os licenciandos se utilizam de artifícios como a cópia, o ditado e os vistos nos cadernos para manter o controle sobre a turma.

No grupo de relato 4 identificamos que nas aulas dos licenciandos FER e PHA foram utilizados esses artifícios disciplinadores. FER tentou dialogar com os alunos sobre o que é a Física dando, segundo ele, oportunidade de ampla participação. Mas, ao perceber que alguns alunos estavam conversando excessivamente e se sentindo impotente para convencê-los a participarem da aula, recorreu a uma atividade mecânica em que se copia silenciosamente o que é escrito no quadro pelo professor. Veja seu relato.

Relato 4- Fer- Comecei a aula perguntando “o que é Física” e ouvi que Física é força, é gravidade, um tijolo caindo, etc. Fiz uma discussão com eles e falei que ao final de minhas aulas eles teriam um visão diferente sobre a Física. Expliquei, buscando o diálogo, um pouco sobre as áreas da Física (Mecânica, Termologia, Óptica, Eletricidade, Magnetismo, Ondas). Eles conseguiram relacionar cada uma das áreas, mas falaram mais sobre a mecânica. Percebi alguns grupinhos de alunos conversando, eu chamava a atenção e eles não paravam, então fui colocando algumas coisas na lousa, pois percebi a necessidade deles de copiarem algo.

A licencianda PHA, diante da agitação da turma, solicita que os alunos copiem a matéria do quadro para o caderno para que um “visto” seja dado em seguida. Ainda como prêmio aos que obedeceram, a licencianda permitiu a saída

mais cedo da aula. Como os que não copiaram ficaram sem a nota do visto, tentaram burlar as regras tentando sair mais cedo. Veja o relato.

Relato 4- Pha- Nessa aula dei continuidade à revisão que o professor titular tinha iniciado sobre cargas elétricas, força elétrica e campo elétrico. A turma estava muito agitada e tive que pedir a compreensão dos alunos por estar rouca e quase não conseguir falar. Passei a matéria no quadro e, ao terminar, os alunos perguntaram se eu daria visto, respondi que sim e quem tivesse terminado podia ir embora. Andei pela sala e avisei para os que não estavam copiando que ficariam sem nota. Alguns alunos não terminaram as atividades e tentaram mentir para mim, dizendo que já haviam recebido visto. Enquanto eles esperavam bater o sinal, fiquei conversando com eles para tentar motiva-los para participar mais das aulas.

O licenciando MAU, no grupo de relato 5 e 18, usa estratégias similares as de FEL e PHA. Considerando a grande quantidade de tópicos que havia planejado para a aula, utiliza o intervalo para copiar o conteúdo no quadro. Sua intenção é que os alunos já retornem com uma tarefa mecânica de cópia para realizar, dessa maneira, assegura-se o controle a disciplina, necessárias ao diálogo, segundo o licenciando.

Relato 5- Mau- Na aula de hoje, como tinha muitos conteúdos de termodinâmica a serem abordados, aproveitei o tempo do intervalo para fazer ilustrações, passar problemas, passar conceitos na lousa antes que os alunos retornassem do intervalo, desta forma otimiza o tempo, chegam e vão logo copiando a “matéria” e enquanto isso vou controlando o barulho a conversa até que diminua e eu possa estabelecer um diálogo com eles.

Em sua disposição para manter o controle sobre a turma, MAU percebe que ditar os exercícios pode ser um instrumento mais eficiente de controle da dispersão e das conversas do que a cópia. Portanto, mesmo com a relutância de alguns alunos em executar tal atividade, MAU confia que essa é uma postura que ajuda a ganhar tempo nas aulas de Física. Veja como isso é expresso no grupo de relato 18.

Relato 18- Mau- Após explicar para os alunos a Lei Geral dos Gases, no pouco tempo que me restava resolvi ditar um exercício ao invés de copiar no quadro negro, os alunos relutaram em copiar, outros se recusaram e tive um pouco de dificuldade de ditar, porém percebi que ditar acaba sendo mais eficiente do que escrever no quadro. Se conseguir fazer com que todos copiem, consigo ganhar tempo e a turma não se dispersa em conversas.

Categoria 2.3.2

Durante a leitura dos relatos das aulas ministradas pelos licenciandos foi notória a quantidade de vezes que o planejamento da aula foi interrompido ou mesmo não executado em função de fatores externos ao processo de ensino de aprendizagem da Física na escola. Foram inúmeras as vezes que o processo educativo foi interrompido em função de atividades mal planejadas que não foram comunicadas previamente ao licenciando. No grupo de relato 2, 4, 10, 11 e 18 podemos evidenciar esse tipo de interferência que sintetizamos no quadro a seguir.

No grupo de relato 2, FER tem sua aula interrompida para que fossem realizadas as eleições do grêmio estudantil. Esse processo durou 15 min e

prejudicou o “raciocínio” que estava sendo construído. Ao tentar resgata-lo, a aula é encerrada com o toque do sinal. Uma interrupção com objetivo semelhante ocorreu na aula de FEL, que teve que liberar alguns alunos para participar de uma atividade na escola, estando apenas 13 alunos em sala. Veja a descrição da situação de FEL num trecho retirado do grupo de relato 4.

Relato 2- Fer- O professor titular estava no meio de uma explicação quando entrou na sala uma secretária da escola pedindo um tempo para o professor para que pudesse fazer a eleição do grêmio estudantil, junto com ela entraram 3 alunos participantes das chapas e outra mulher para auxiliá-la na condução da classe na votação. Após uns 15 min, finalizaram a votação e o professor retornou o raciocínio anterior. Logo bateu o sinal e os alunos foram ao recreio.

Relato 4- Fel- Nesta aula havia poucos alunos, um total de 17. Logo chegou alguém da secretaria e perguntou se podia tirar alguns alunos da aula, pois eles iriam apresentar algo para o dia das mães, assim restaram apenas 13 alunos que foram divididos em grupos para trabalhar um questionário que eu tinha elaborado.

Nos trechos de relatos que se seguem, podemos constatar como os licenciandos foram desrespeitados ao terem suas aulas canceladas, sem aviso prévio, para a realização de outras atividades. No grupo de relato 10, ED teve seu planejamento prejudicado em função de uma atividade no teatro da cidade e mesmo o professor cedendo-lhes um novo horário não foi possível aplicar a prova devido à baixa presença de alunos. É provável que muitos foram do teatro direto para suas casas.

Relato 10- Ed- Nesta data recebi a notícia que os alunos iriam para o teatro assistir uma peça na Casa da Cultura e só retornariam às 17 horas. Essa notícia me preocupou muito pois havia marcado prova. Então fui até a diretora e questionei se os meus alunos eram obrigados a participar e ela disse que eram obrigados a comparecerem ao teatro. Mas o professor de Física, que também dá aulas de Química, me ofereceu sua aula de 17:30 às 18:20 para aplicação da prova, contudo muitos alunos faltaram.

Já PHA tem sua aula cancelada em função da mudança de horário sem prévio aviso e no dia seguinte em função de uma reunião. Veja seu relato.

Relato 11- Pha- Cheguei para dar aula, mas descobri que houve mudanças de horários, tive que voltar no outro dia seguindo o novo horário. Mas hoje quando cheguei na escola me comunicaram que estava ocorrendo uma reunião e que os alunos foram dispensados mais cedo.

O licenciando MAU também teve sua aula cancelada para a realização da Olimpíada de matemática. É interessante notar que não se preocuparam em avisá-lo no dia anterior e nem mesmo os alunos estavam sabendo de tal atividade, todos foram pegos de surpresa.

Relato 14- Mau- ao chegar à escola, fui à sala dos professores para esperar o horário da aula, quando comecei a conversar com uma professora ela me disse que não haveria aula, pois os alunos estavam fazendo a prova de olimpíadas de matemática. Estive na escola nos dois dias anteriores e não fui avisado de nada, inclusive eu tinha conversado com um aluno e ele também não sabia que ocorreria essa prova.

Finalmente MA no relato 18, mostra-se indignado como a perda de 20 min. de sua aula em função de outra atividade proposta pela professora de filosofia para os alunos na biblioteca da escola. Inconformado com o atraso dos alunos, avisa que não permitirá a entrada dos atrasados se essa situação se repetir, ou seja, os alunos pagarão a conta da falta de coordenação e organização da escola.

Relato 18- Ma- Ao chegar na sala, percebi que não havia alunos na sala e fiquei sem entender o motivo, porém uma aluna chegou e disse que estavam na biblioteca fazendo uma pesquisa de filosofia e que os outros alunos estavam chegando. Demoraram mais de 20 min para que todos chegassem e se acomodassem. Isso consumiu quase toda minha aula então pedi que isso não se repetisse, pois da próxima vez os atrasados não entrariam na minha aula.

Categoria 2.3.3

Aqui selecionamos três unidades de análises referentes ao grupo de relato 2, 4 e 15 que melhor retratam como os licenciandos sofrem pressões para que suas aulas busquem responder às demandas impostas pelo sistema, que nos casos citados, envolvem o cumprimento de extensos currículos e os vestibulares.

No grupo de relato 2, RI justifica a dificuldade de fazer discussões de outros aspectos do conhecimento ou abordar os conteúdos por meio de metodologias diferentes das tradicionais em razão de ter que cumprir a risca e sem atrasos o plano curricular e também em função da necessidade de manter a meta de alunos ingressantes nas universidades por meio do vestibular.

Relato 2- Ri- Lá na ETEC o plano de trabalho docente (PTD) deve ser seguido à risca, as vezes é necessário “enfiar” o conteúdo nos alunos para não atrasarmos a programação, lá não temos tempo para fazer coisas diferentes. Isso é exigido para manter mais que 25% de aprovação nos vestibulares, pois essa meta já foi conseguida esse ano.

Com exigências mais brandas do que as cobradas de RI, no grupo de relato 4, podemos perceber o licenciando MA sendo orientado para utilizar os “caderninhos” elaborados para a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. O interessante aqui é que o licenciando e o professor devem atender à demanda do estado e dos pais, que cobram a execução das atividades dos cadernos como prova de que seus filhos estão “trabalhando” na escola.

Relato 4- Ma- Em conversa com a professora titular ela disse que até agora não conseguiu se adaptar totalmente aos conteúdos propostos nos caderninhos (material didático fornecido pelo governo do Estado de São Paulo) mas se sentia coagida em alguns aspectos, pois se não utilizarem os cadernos, os pais dos alunos não veem as atividades e argumentam que os filhos não estão fazendo nada na escola. Ela expôs também que os cadernos dos professores deveriam ser usados completamente, mas o professor tinha liberdade de preparar atividades para aprofundar nos conteúdos mais relevantes.

No grupo de relato 15, RO tem a intenção de fazer uma discussão diferente sobre força resultante como o agente da variação da quantidade de movimento, no entanto, em função do currículo da instituição não prever tal abordagem e também

por ter que ser seguido “a risca” o que estava previsto, fez com que o licenciando RO se contentasse com a tradição curricular. Veja o relato.

Relato 15- Ro- (...) Expliquei o conceito de força e cotei alguns exemplos tentando relacionar o assunto com o cotidiano dos alunos. Durante o planejamento dessa aula fiquei em dúvida como iria apresentar o conceito de força para os alunos, pois o correto seria ensinar força como sendo o agente responsável por provocar uma variação na quantidade de movimento de um corpo, mas devido ao conteúdo programático da ETEC ter que ser seguido à risca, não conseguir trabalhar a ideia de conservação da quantidade de movimento. Mas percebi que do jeito que expliquei os alunos entenderam.

APÊNDICE 3

Nas transcrições, SE – representa a fala do pesquisador, LIZ – a da professora titular das disciplinas e RI, DI, RO, ED, FEL, FER, BRU, MA, ELL, CI, JO, PHA, HE, RAF e MAU referem-se às falas dos licenciandos.

Parte 3.1

Categoria 3.1.1 – A evolução histórica revela os métodos e procedimentos da ciência

As concepções expressas nessa categoria são oriundas de uma questão realizada durante a entrevista semiestruturada e representam as respostas mais significativas para o trabalho no que diz respeito às mudanças na visão dos licenciandos sobre os métodos e procedimentos da ciência. Tais mudanças foram proporcionadas pelas atividades de leituras, debates e apresentações realizadas durante a disciplina de História da Física.

A pergunta feita por SE, solicita que os licenciandos expressem se houve mudanças em suas concepções sobre os métodos e procedimentos da ciência. No quadro síntese, apresentamos as principais reflexões originárias das respostas.

Para o licenciando ED o estudo da HF promoveu a conexão do que fora, até então, apresentado na forma de um “quebra-cabeça” durante sua trajetória formativa. Para ele, os estudos históricos possibilitaram a conexão entre raciocínios e personagens. Como podemos ver em sua fala:

Ed- Meu contato com HF só foi agora, no curso de Física eu só vi esses nomes que são famosos na ciência, mas tudo muito desconectado, sem uma linha de raciocínio que conecte esses personagens. Então fica com essa ideia fragmentada da ciência e a disciplina possibilitou a conexão das peças desse quebra-cabeça.

Para FER o importante no curso, do ponto de vista metodológico, foi a quebra da visão de linearidade. Ele observou que foram necessários embates e refutações para a escolha das melhores possibilidades explicativas para os problemas enfrentados. Frizou também o papel da experimentação na comprovação de novas descobertas e como um critério de seleção das teorias mais adequadas. Vejam a transcrição de sua fala.

Fer- A disciplina de HF deixou essa construção bastante clara, as refutações, os embates e problemas enfrentados, etc. As discussões dos cientistas sobre o próprio conhecimento, o papel da experimentação na comprovação de novas descobertas, como escolher a melhor teoria, é uma discussão sobre a construção da ciência que esclareceu os métodos da ciência para mim.

Como resposta para a pergunta, MAU e JO discursam sobre visão do método científico como balizador da verdade, argumento muito frequentemente utilizado pela mídia. Para eles, as discussões sobre a HF proporcionaram um ajustamento de suas visões de infalibilidade dos métodos científicos.

Mau- Agora com o curso eu tenho a ideia que ciência não é isso que a mídia passa. É passado uma ideia que os métodos científicos são infalíveis, tanto é que quando estão tentando passar uma ideia ou dar propriedade para um assunto eles dizem que é comprovado cientificamente.

Jo- É muito comum as pessoas que querem dar crédito para uma coisa afirmarem que é comprovado cientificamente.

Para o licenciando RO, o curso caminhou na direção de promover reflexões a respeito das certezas científicas de modo que permitiu o reconhecimento da complexidade do processo de validade científica. Em seu argumento, considera que o que é aceito cientificamente hoje pode ser ou não refutado no futuro, então é prudente desconfiar das verdades científicas.

Mau- A ideia de ciência de quando eu entrei na faculdade até aqui mudou muito, essas disciplinas do final do curso têm mudado muito minha visão a respeito. Eu achava realmente que ciência era algo absoluto, certa, não falha e isso eu nunca tinha refletido a respeito. No curso de HF aprimorei a noção de que o processo é muito mais complexo. O que tá aí hoje pode ser refutado logo, ou não. No início eu acreditava naquilo que me era passado sem ter um padrão de criticidade, aquilo chegava para mim sempre como verdade. Hoje já há uma desconfiança sobre as verdades científicas.

Aqui reunimos um conjunto de falas dos licenciandos que expressam as mudanças na compreensão da evolução do conhecimento científico. Os dados referem-se às transcrições dos questionamentos feitos pelo pesquisador SE na entrevista semiestruturada sobre os impactos que os conhecimentos abordados no curso de HF tiveram sobre suas concepções de como evolui o pensamento científico.

Se- Qual o impacto que os conhecimentos abordados no curso de HF teve sobre suas concepções sobre a evolução e construção do conhecimento científico?

As respostas mais significativas foram dadas por FEL, RO, CI e FER. Vejamos como cada um se posicionou.

Para FEL a principal marca, foi a compreensão de que a ciência não é uma coisa acabada. Complementando e fala, outro licenciando, FER, acrescenta que percebeu a ciência como algo em construção e que foram necessárias muitas discussões teóricas para se chegar às concepções atuais. Reconhece ainda há problemas em aberto que as atuais teorias não dão conta e isso abre caminho para novos avanços, similarmente como ocorreu nas teorias passadas.

Fel- Acho que o principal foi dar uma ideia que a ciência não é uma coisa acabada.

Fer- Para mim a principal questão foi mostrar que a ciência é algo em construção e que foram necessárias muitas teorias para se chegar nas teorias atuais, ou seja, discutir qual a importância dessa forma de pensamento passado para o que temos hoje. As limitações das teorias atuais em não dar conta de todos os problemas, como as passadas não deram e isso abre o caminho para novos avanços. Como exemplo, o próprio trabalho que realizei mostrando os experimentos, os cientistas envolvidos com aquilo, as várias explicações.

Para CI é surpreendente a complexidade das ideias e personagens envolvidos na construção do conhecimento científico. Chamou a atenção de CI, a ciência como resultado de um esforço coletivo que envolve muito mais personagens e ideias do que comumente nos são apresentados.

Ci- Mostrou também o quanto é complexo a construção do conhecimento científico. A gente geralmente tem informações pontuais, e a disciplina mostra ideias e nomes novos, de alguma forma foge do Galileu-Newton-Einstein. Começa a enxergar que existem outros personagens e que o conhecimento depende da soma dos esforços desses personagens. Essa visão de ciência geralmente a gente não tem.

O licenciando RO destaca que os conhecimentos abordados no curso de HF permitiu a compreensão das mudanças de paradigmas da Física Clássica para a Moderna renunciando na disciplina de Filosofia da Ciência e não compreendidas. Permitiu também reconhecer o caráter anedótico e estático dos aspectos históricos abordados por alguns professores na formação evidenciando que as ideias relacionadas aos personagens raramente são valorizadas, em contrapartida, os aspectos pitorescos são.

Ro- Para mim sim, depois da disciplina de HF eu consegui compreender melhor o processo de construção do conhecimento científico, aí que fui entender melhor alguns aspectos abordados em filosofia da ciência. A verdade absoluta da ciência isso ficou bem evidente, isso a gente percebeu com as mudanças de paradigmas ocorridas da física clássica para a física moderna. Acho também que era uma questão de maturidade, fiz filosofia no 2º ano e HF eu levei mais a sério e também já era no final do curso. Esse processo coletivo de construção de conhecimento científico hoje ficou mais claro em função da disciplina HF.

Ro- Esse processo de construção do conhecimento científico eu só fui compreender no curso de HF. Essa disciplina me deu um olhar diferente com relação ao conhecimento científico. Na formação inicial o professor sempre se referia a aspectos históricos, mas eram apenas anedotas, historinhas mais relacionadas à vida dos pesquisadores do que aos seus trabalhos em si. Às vezes apresentava datas de nascimento e morte dos cientistas, mas nada de discussão de ideias, tudo parecia que tinha ficado no passado.

Finalmente o licenciando FEL acrescenta que o curso de HF possibilitou evidenciar a evolução do pensamento de Galileu até Newton. Para ele, conectou o pensamento Newtoniano a base que possibilitou seu desenvolvimento, muitas vezes esquecida.

Fel- Essa passagem do Galileu para Newton nem sempre a gente via as conexões devidas e isso possibilitou muito a compreensão. No curso de Física, o pensamento Newtoniano é exaltado e se esquecem de relacionar que a base desse pensamento tem relação com o trabalho de Galileu.

Categoria 3.1.2 – A História da Física e as relações entre ciência e sociedade

Ainda considerando as transcrições oriundas da entrevista semiestruturada realizada pelo pesquisador SE, aqui selecionamos algumas unidades de significado que contemplam a visão formada pelos licenciandos sobre a relação ciência e sociedade após o curso de HF. Este aspecto é particularmente importante por ter sido abordado no curso e por desmitificar a ideia de que a ciência é algo suprasocial, que se desenvolve sem vínculo com os problemas do seu tempo. O pesquisador SE lança uma pergunta sobre o entendimento que os licenciandos tiveram da relação ciência e sociedade, como podemos ver a seguir.

Se- O que vocês entendem sobre a relação entre ciência e sociedade? A disciplina HF contribuiu para melhorar sua visão sobre esse aspecto?

O licenciando CI apresenta sua compreensão defendendo a ciência como uma construção que se constituiu ao longo da história humana e que, portanto, esteve condicionada ao contexto social da época.

CI- Sobre essa relação eu entendo que a ciência se faz e se constrói ao longo da história humana. A gente percebe que não é algo linear, que está relacionado ao contexto cultural da época, então quebra aquela visão de isolamento do conhecimento científico do contexto social, e os exemplos históricos ilustram bem isso.

CI ainda destaca que essa relação não é linear dando a entender que é uma via de mão dupla, ou seja, a ciência influencia a sociedade, assim como as demandas sociais direcionam os rumos da ciência. CI ainda arremata afirmando que a HF humaniza a Física fornecendo exemplos que a situa dentro desse contexto, influenciando e influenciada por questões de ordem religiosa, filosófica ou mesmo tecnológica. Ao final CI faz um convite para pensarmos como essas relações se processam nos dias atuais.

CI- A HF fornece uma visão mais adequada da construção do conhecimento e isso significa uma formação e concepção mais correta. Tem o potencial no sentido de situar a física dentro de um processo de relação íntima com a sociedade, seja nas demandas de ordem tecnológicas ou mesmo filosófica e isso vem trazer um sentido de para que serve a Física. A HF mostra que existe uma ligação íntima entre religião, tecnologia e filosofia. A HF pode humanizar mais a ciência, como ligada à história do ser humano. Isso nos faz refletir sobre como essa relação ocorre hoje, será que acabou? Isso permite discutir como a Física se relaciona com a sociedade.

Para o Licenciando ED o curso de HF permitiu a mudança de sua visão de ciência fragmentada e isolada socialmente. Para justificar a mudança, cita o exemplo de que não basta uma visão simplista das Leis de Newton, é necessário evidenciar as questões que o motivaram que, provavelmente, permeavam a cultura da época e que influenciava o desenvolvimento científico. Fortalecendo sua defesa da ciência

como construção social coletiva, afirma que a forma como pensamos hoje tem influências das formas de pensar do passado.

Ed- Minha visão era que o conhecimento era algo fragmentado, veio uma coisa encadeada de outras, eu nunca tinha pensado nos aspectos filosóficos que guiaram isso e nem nos outros nos pormenores que permitiram avançar para novos conhecimentos. Acho que essa evolução, todo o processo de elaboração do conhecimento, as relações com a sociedade, como as pessoas pensavam, essas coisas se relacionam com a compreensão da natureza da ciência. Ela não é uma visão simplista das leis de Newton, mas mostrar a forma de pensar de Newton, quais questões motivaram ele a propor essas leis, algo que a gente não tem acesso hoje. Então a ciência permeia a cultura da época, o que se pensava em cada época e que influenciaram a ciência. Refletir que a forma que a gente pensa hoje é o resultado de forma diferente dos pensamentos anteriores.

Por último, o licenciando FEL se posiciona afirmando que o curso de HF permitiu uma visão mais aprimorada dos fatores sociais impactantes na ciência, evidenciando que os problemas atacados pela ciência não eram problemas de um homem só, mas de um coletivo de homens pensando sobre as várias dimensões do problema. Segue a transcrição de sua fala.

Fel- Quando a gente começou a estudar a parte filosófica, a influência da igreja, saber que várias pessoas também estavam pensando sobre as várias dimensões daquele problema. Isso o curso de HF contribuiu bastante, mostrar essas relações com outros fatores que estava ocorrendo na época, além dos científicos, foi muito importante.

Parte 3.2

Categoria 3.2.1 – A História da Física na formação inicial do licenciando

Nessa categoria, reunimos um conjunto de unidades de análise gerados das transcrições das aulas 9 e 16 da turma I de História da Física e de parte da entrevista semiestruturada realizada ao final do curso. A análise delas denuncia a fraca referência a elementos históricos na formação inicial assim como a qualidade desses aspectos quando aparecem nas aulas. Transparece dos dados a necessidade de mais justificção dos conhecimentos científicos apresentados na formação do futuro professor, dada a importância que tem na atuação profissional. Selecionamos também um conjunto de unidades que mostram o reconhecimento dos licenciandos sobre o potencial da HF na educação.

Em discussões realizadas nas aulas 9 de HF turma I, o licenciando FER, reconhecendo a importância que tem representado o conhecimento de aspectos históricos em sua formação, desabafa sobre a negação da evolução das ideias científicas nas disciplinas da graduação. Complementando o desabafo, outro licenciando FEL acrescenta que as aulas focam pontos bem específicos sem a preocupação de evidenciar os problemas e ideias anteriores que deram origem a

esse conhecimento. O argumento de FEL se justifica na defesa da tese de que uma compreensão da evolução de um conceito ajuda a entendê-lo melhor. Vejam suas falas.

Fer- Na faculdade dificilmente os professores trazem as ideias passadas que possibilitaram criar as atuais, a importância de alguns personagens, essa construção é negada para gente.

Fel- No curso de formação essa parte histórica nunca foi valorizada, tudo foi sempre muito pontual, apresentava o conceito sem uma explicação de sua origem e a HF contribuiu para o estudo de alguns conceitos, tem conceitos que a gente não compreende, mas quando a gente parte para a história da física a gente vê essa evolução e dá uma visão melhor sobre o conceito.

Na aula 16 de HF turma I, o licenciando RO faz uma reflexão de como lhe foi apresentada a relação entre Tycho Brahe e Kepler e reconhece como os professores das disciplinas da graduação atribuem características questionáveis a esses personagens e evidenciam aspectos irrelevantes na compreensão dos raciocínios envolvidos.

Ro- Uma coisa que achei interessante e que descobri somente no curso de HF são as falsas histórias contadas por alguns professores. Meu professor de Física I, falou que Kepler foi um ladrão de dados, passou a perna no Tycho Brahe e foi por isso que conseguiu enunciar suas leis. O Kepler roubou os dados de Tycho Brahe, e isso não foi bem assim. Kepler era discípulo de Tycho, que defendia um sistema geostático.

Nessa mesma linha reflexiva, FEL cita o exemplo da falta de consciência, por parte de alguns professores, dos principais problemas que colocavam em crise um modelo e abriu caminho para o nascimento de outras possibilidades interpretativas dos fenômenos. Podemos perceber que o novo conhecimento é apresentado sem vinculação com as crises do modelo anterior.

Fel- Em nosso curso parece que mecânica clássica e estrutura são coisas totalmente desvinculadas que não houve uma evolução de ideias. Já discuti isso informalmente com o professor e ele não aponta quais eram os principais problemas que a física clássica enfrentava que abriu portas para o novo conhecimento, essa evolução não é apresentada nos cursos e isso acaba sendo prejudicial para nossa formação.

Ainda dentro dessa categoria, os dados da entrevista semiestruturada feita pelo pesquisador SE acrescentam os impactos relatados pelos licenciandos do curso de HF em suas formações. A pergunta de SE apresentada a seguir, induz os posicionamentos de alguns licenciandos.

Se- Qual a importância que vocês têm atribuído à HF em suas formações enquanto futuros professores de física?

Para RO tanto o físico como o professor de física tem a obrigação de ter conhecimento da evolução das ideias relacionadas a essa área de conhecimento. Acrescenta que no curso de HF a compreensão dos problemas históricos relacionados à mecânica foi privilegiada em detrimento do eletromagnetismo, o que se caracteriza como uma deficiência formativa.

Ro- Em termos de importância da HF eu vejo como importante, eu acho que uma formação em física tem obrigação de dar uma formação em HF, eu vou ser físico ou professor de Física, deveria saber a evolução dessas ideias. Eu acho que para mim foi muito importante, mas ficamos muito presos naquela parte de mecânica e no final essa parte que julgo importante passamos muito por cima, percebi que favorecemos a parte de mecânica do que essa parte mais próxima, como o desenvolvimento do eletromagnetismo.

O licenciando ED destaca que existe uma relação direta entre o professor ser conhecedor de aspectos históricos e sua forma de ensinar. Segundo ele, se o professor tem contato com a evolução das ideias da Física ela a transmitirá aos alunos.

Ed- Acho que para nossa formação enquanto futuros professores é de extrema importância aprender HF, porque nós depois seremos professores ensinando física de uma forma diferente, mostrando a evolução que a ciência tem no decorrer do tempo. Mas acho que tem dois pontos para se pensar para outros cursos de HF, uma seria aumentar a quantidade de aulas, ter mais tempo, acho também que ficamos muito tempo na mecânica, Aristóteles, etc e quando chegamos na relatividade vimos pouca coisa.

ED acrescenta ainda que o conhecimento de aspectos históricos proporciona ao licenciando um ajustamento de sua fala sobre a ciência de modo a transmiti-la dentro de uma visão mais adequada historicamente e epistemologicamente.

ED- A HF faz a gente refletir bastante sobre o que a gente vai falar, o conhecimento histórico permite fazer uma reflexão sobre suas posições em relação ao conhecimento que a gente transmite em sala de aula. Faz a gente poder falar de outra maneira sobre os conceitos, então acho interessante os aspectos históricos. Na minha formação foi muito importante.

Para os licenciandos FEL e MA os impactos da HF poderiam ser maiores se elementos históricos fossem introduzidos desde o início da formação. Para FEL, isso ajudaria a entender e desmistificar os conceitos e para MA os conhecimentos históricos podem contrapor algumas ideias de senso comum dos iniciantes no curso, e desfazer a ideia da Física como algo acabado e dogmático.

Fel- A disciplina de HF poderia correr paralela com a disciplina de Física I, pois ajudaria a entender melhor os conceitos, tem coisa que a HF desmitifica muito o conceito.

Ma- No início do curso a HF seria muito importante, reforçando a ideia, pois o aluno chega na universidade com a ideia de senso comum, ele vê aquilo e não acha sentido. A HF pode

desmistificar essa situação que a física é essa coisa acabada, os professores geralmente passam lá que a força é o produto da massa pela a aceleração e já começa assim, é um dogma.

Ainda na entrevista semiestruturada SE questiona se o curso de HF conseguiu fornecer a visão de evolução da Física que atendesse aos anseios dos licenciandos. Veja a pergunta a seguir e as resposta mais significativas para essa análise.

Se- Na avaliação de vocês, até que ponto do curso de HF atendeu as demandas esperadas sobre a visão da evolução das ideias da Física?

Na avaliação de FER e FEL, o curso foi demasiadamente focado na parte de mecânica, principalmente no pensamento aristotélico, e deixou a desejar nos aspectos históricos da óptica, da termodinâmica e eletromagnetismo. SE reconhece a deficiência e tenta justificar que, no planejamento do curso, o pensamentos grego foi sintetizado em Aristóteles, se optassem por aprofundamentos nesse tópico, talvez nem tivesse chegado com o curso onde chegou.

Fer- Tem coisas que a gente passou muito rápido como a óptica, termodinâmica e eletromagnetismo. Até parece que não é importante essa parte de física. Física moderna também deixou a desejar. Deveria tirar um pouco da parte da mecânica e introduzir essa parte da física moderna.

Fel- Teve tópicos que eu me interessaria em saber a evolução histórica. Essa parte do começo da Física Quântica e Relatividade deveria ter uma leitura mais profunda, ficamos muito na parte de referente a Aristóteles e esquecemos de aprofundar no resto.

Categoria 3.2.2 – O potencial da História da Física na educação

Aqui reunimos alguns diálogos relacionados às possibilidades pedagógicas da História da Física com vistas a abordá-las no Ensino Médio. Dentro da articulação do ES e HF, prevista no trabalho, sugerimos que os alunos refletissem sobre a possibilidade de considerar aspectos históricos em suas aulas de Estágio. Os dados das transcrições aqui apresentados são referentes à aula 7, de ESII turma I, e à aula 9, de HF turma I.

Essa primeira unidade de significado se refere a um trecho transcrito da aula 7 de ESII turma I, sendo que os trechos históricos são referentes aos Diálogos de Galileu.

A unidade se inicia com a sugestão dada por SE de tirar algum trecho que contenha um problema que possa ser abordado no Ensino Médio. O diálogo que se estabelece é expresso nas transcrições a seguir.

Se- Vocês acham que aquela ideia lá do Aristóteles, ou então, mesmo do movimento da Terra, que a gente começou a trabalhar em História da Física(...). Será que a gente conseguiria, de repente, tirar algum problema dessas situações para nossas aulas no EM?

Fel- Eu acho que muitos alunos iriam responder esse problema da maneira de Aristóteles. Aí por isso que é importante o professor ter bagagem para depois falar "o que você está pensando é aristotélico, mas hoje não se pensa mais assim. Aristóteles pensou assim, mas houve uma evolução, e agora o que nós adotamos é Newton". Explicar para ele toda a evolução que teve isso, seria importante.

Bru- Mesmo porque, se o professor for tratar do conceito de peso, ele precisa tratar o peso dentro da análise newtoniana, aí entra o conceito de força. Mas peso no cotidiano do aluno é diferente, é mais no sentido aristotélico.

Fel- A massa, não é?

Bru- É, sempre existe um peso que você viu, peso como aquela coisa que você media numa balança.

Mau- Aristóteles está mais relacionado com senso comum, à experiência cotidiana, acho que por isso é necessário trazer o pensamento aristotélico.

Fel- Uma coisa que a gente precisa ficar atento é que começamos com a teoria de Newton e ficamos falando o que Newton fez e as aplicações. Os alunos passam a acreditar que Newton descobriu tudo só e de lá para cá só teve ele e antes dele não tinha nada.

Bru- Numa aula, por exemplo, a gente fala sobre o movimento, seria interessante abordar o movimento para Aristóteles, Galileu e Newton.

Mau- É, movimento para Aristóteles envolve muito mais coisas do que para Newton, porque para ele até uma mudança cognitiva é uma espécie de movimento.

Se- Esse será um desafio para a gente. Quando vocês terminarem o curso de História da Física, nós vamos ter que abordar aspectos históricos nas nossas estratégias de aula. Eu diria que a História da Física tem um potencial problematizador muito grande. Então, se quiserem começar a pensar sobre isso, já pode.

FEL acha que é pertinente considerar aspectos históricos interessantes, pois no caso dos movimentos, os alunos pensam aristotelicamente, e seria importante explicitar toda essa evolução dos conceitos até se chegar às ideias newtonianas. É necessário mostrar que existiram outras pessoas envolvidas na construção desses conhecimentos, inclusive antes de Newton. Para isso, ele defende que o professor tenha conhecimento desses episódios históricos.

Para BRU, isso ajudaria na distinção entre as concepções cotidianas, em geral, ligadas aos sentidos, e os conceitos da Física. Acha interessante também comparar as várias concepções dos conceitos em diferentes momentos históricos.

MAU destaca a amplitude do pensamento aristotélico e vê como importante sua abordagem, pois considera mais próximo da experiência cotidiana do aluno. Acredita também que é importante fazer uma evolução histórica do pensamento, contudo afirma que o tempo exigido para execução de tal procedimento pode inviabilizar o trabalho do professor.

As transcrições que se seguem são referentes à aula 9, da turma I de HF. Em geral, após o estudo de um texto histórico, era realizado um debate sobre as possibilidades pedagógicas das ideias apresentadas. Nessa aula especificamente, o diálogo se inicia com LIZ fazendo um comentário sobre as experiências de pensamento de Galileu, expressas no estudo de uma das jornadas do livro Diálogos sobre Dois Máximos Sistemas de Mundo.

Liz- Seria uma boa no ensino médio e até mesmo em Física I, usar esse texto aí da questão do navio. Vejam que aspectos da epistemologia da Física estão bem explícitos nas jornadas. Se as aulas de Física fossem assim, seria bem legal. Mas elas não são assim, são aulas que o professor fica no quadro falando, falando (...). Vejam que essa questão da inércia surgiu da necessidade defender que a Terra se movia, não tem nada a ver com essa coisa que transformaram hoje aí.

Di- A questão da inércia não era colocada como a gente vê hoje, isso me chamou muita atenção, pois vi que tem muitas coisas que não são discutidas, e não é isso.

Liz- É incrível como esse processo foi transformado nessa caricatura que é a cinemática hoje. Hoje em dia, tem um pacote já pronto que todos replicam.

Ed- As ideias de Simplicio estão impregnadas no cotidiano. No ensino médio, a gente só dá atenção às fórmulas, você decora para passar no vestibular, não tem discussão, não pensa.

Liz- O professor precisa ser pesquisador e pesquisar sobre isso.

Di- Eu acho que a história entra no ensino não para explicar o conteúdo da ciência, mas quando o professor falar de ciência ele pode deixar transparecer uma visão mais realista da ciência ou uma visão mais adequada.

Liz- A visão do aluno é de senso comum, varia entre a ideia de ímpetus e as ideias aristotélicas. Então o professor não poderia permitir que essas ideias fossem resgatadas para o aluno perceber as contradições de suas concepções? Estou falando, mas sei que não é uma coisa fácil. Eu fico pensando que esses casos como o do navio, poderiam ser colocados para os alunos.

Nessa unidade, LIZ chama atenção para as possibilidades de alguns casos históricos serem abordados no ensino de Física, e expressa indignação com a Física ensinada atualmente, a qual foi transformada numa caricatura por desconsiderarem a evolução histórica dos conceitos. Em sua opinião, é necessário que o professor pesquise sobre os aspectos históricos para permitir que os alunos percebam as contradições de suas concepções, muito próximas das aristotélicas. Reconhece o desafio que isso pode representar para o professor, mas acredita que episódios como a situação do navio numa das jornadas do livro de Galileu pode ser importante nesse sentido.

Já para DI, o que chama atenção é que, no ensino, os conceitos são apresentados sem uma discussão que evidencie a evolução das ideias apresentadas na História da Física. Acrescenta ainda que a História não tem somente uma função

de ajudar na compreensão de conteúdos, mas de contribuir para constituir a visão de ciência do professor.

Finalizando o debate, o licenciando MAU se posiciona afirmando que as experiências com a HF no ensino são importantes porque, além de contextualizar os conceitos e motivar os alunos, são experiências formativas marcantes na vida dos estudantes. Complementarmente, FEL aposta na atratividade da HF quando é trabalhada em sala de aula. Vejam as transcrições.

Mau- Essas experiências com a HF são importantes, porque acho que toda experiência que tá em sala de aula é importante o professor contextualizar um conceito física com o que aconteceu na história. É um elemento motivador, me lembro de quando um professor fez o cálculo do raio da Terra.. Isso é uma coisa inesquecível, a HF é importante sim.

Fel- Acho que se isso fosse mais bem trabalhado para quem vai ser professor, nossas aulas seriam mais atrativas para os alunos, sair daquele batidão né, o aluno percebe que a aula tá mais legal.

Desse ponto em diante, apresentaremos o reconhecimento dos licenciandos sobre o potencial da HF em ampliar a compreensão e o significado do conhecimento físico por meio de problemas e questões históricas. Para esse levantamento, tomamos como base algumas falas dos licenciandos pronunciadas durante a entrevista semiestruturada realizada no final do curso de HF.

O Licenciando ED sugere que a abordagem da HC pode mostrar problemas intrigantes e motivadores que contribuem para reflexões problematizadoras da Física pelos alunos.

Ed- Essa maneira de abordar os fatores que estão relacionados com a construção da ciência apresentado na história mostra a existência dos problemas que muitas vezes não são mostrados, são a-problemáticos. Isso contribui muito para problematizar o conhecimento com os alunos, ela apresenta questões que nos intrigam e acho que pode ser motivador para os alunos.

Para RO existem episódios da HF como as concepções aristotélicas de movimento, que proporcionam reflexões e questionamentos dos conceitos, uma vez que apresentam o problema em sua origem. Para ele, esses problemas conduzem a questionamentos de nossas próprias certezas sobre determinados assuntos.

Ro- Então no sentido de formação cultural, hoje eu tenho um outro olhar. As discussões sobre a história da Física coloca você para refletir sobre a evolução do próprio conceito. Aquela explicação do Aristóteles sobre o ar como motor do movimento me conduziu a refletir sobre como que é realmente a explicação atual daquela explicação. Nos coloca a refletir sobre aquela explicação, aquele conceito. Os argumentos Aristotélicos negando os movimentos da

Terra, ele coloca que se jogarmos uma pedra para cima ela não deveria cair em nossa mão isso é uma coisa que me intrigou, como se explica esse fato? Coloca a gente para se questionar. Então a história tem um papel que nos ajuda a refletir sobre os próprios conceitos.

ED acrescenta que essas questões/problemas apresentadas na HF podem ser motivadoras e aumenta o interesse dos alunos pela Física.

Ed- Acho que se a gente tivesse visto a coisa dessa forma, com questões, com história, isso teria motivado mais. Eu fiz física por ter sido impulsionado por um curso técnico que fiz no ensino médio. Acredito que esse tipo de abordagem motiva muito mais, mesmo quem não queira seguir a carreira científica.

Para CI, os conhecimentos históricos permitem questionar a maneira que pensamos e a valorizar as formas de interpretação dos fenômenos apresentadas no passado, mesmo que elas sejam destoantes das de hoje.

Ci- Aquela parte da Física aristotélica tem um potencial grande, levar para um aluno os problemas colocados ali, uma visão bem diferente da visão científica, pode ter bastante prestígio e coerência interna. Seria uma forma de questionar a maneira que a gente pensa (senso comum), é rico. Não somente as coisas que têm ligação com a física atual é que tem valor. Isso abre espaço para uma discussão da evolução de um pensamento para outro, mas consciente que todos têm sua importância.

Parte 3.3

Categoria 3.3.1 – Desafios da tradição

Os dados aqui analisados referem-se a transcrições das falas gravadas na entrevista com os licenciandos ao final do curso de HF. A tabela que segue sintetiza os principais pontos abordados.

Na entrevista, o pesquisador SE, reconhecendo de outras falas as dificuldades que pode representar a tradição do ensino de Física nas abordagens de outras dimensões do conhecimento, instiga os licenciandos a se posicionarem sobre o assunto.

Se- Vocês foram formados numa tradição de ensino de Física. Como isso tem impactado em suas atuações no que diz respeito a abordagens de outras dimensões constitutivas do conhecimento científico?

O licenciando MAU acredita que abordar em sala outros aspectos que não os previstos na tradição é muito difícil, pois a formação do licenciando é baseada nessa tradição, estão acostumados com essa forma de proceder. Então acredita que precisaria de um trabalho mais intenso na formação.

Mau- Um problema é como fazer isso na sala de aula, o problema é esse, a gente tá acostumado a ver sempre uma aula tradicional e sair disso é difícil, teria que ser uma questão mais trabalhada na formação.

Apontando as contradições na formação, o licenciando RO questiona as concepções pedagógicas mais tradicionais que lhes são apresentadas na parte inicial do curso com as concepções que as disciplinas pedagógicas apregoam durante a atuação profissional.

Ro- Tem muita contradição na nossa formação aqui dentro da faculdade. A coisa é totalmente desvinculada, deveria ter um casamento de disciplinas e a gente chega ao terceiro ou quarto ano tendo professores que defendem um ensino diferenciado, enquanto que nossa formação é dentro de uma perspectiva totalmente tradicional quantitativa.

Ainda para o licenciando RO, que atuou numa escola que exigia uma postura mais tradicional nas aulas, o vínculo que a escola tem com a tradição curricular delimita a ação do professor no sentido de abordar outras dimensões que não as prevista no currículo. Contudo, ele defende a necessidade da existência desses instrumentos para direcionar e avaliar o que precisa ser lecionado, uma vez que existe professor que não cumpre os conteúdos necessários à formação dos alunos. Ao final de sua fala, mesmo reconhecendo a tradição, sugere que o professor precisa aprender a fazer diferente e trabalhar outras dimensões do conhecimento que joga interessante na formação do estudante.

Ro- Para falar a verdade eu não tentei me distanciar muito da tradição, acho que a forma como as coisas são colocadas nessa escola delimita muito nossa ação dentro da tradição curricular. Minhas aulas foram bem tradicionais, aceitei as condições que foram colocadas no início. Acho que isso é um fator positivo, pois direciona a ação do professor e fornece instrumentos de cobrança, o que já é compromissado, esse independente de cobranças vai sempre trabalhar em prol da formação dos alunos. Agora tem professor que se não tiver uma cobrança ele acaba não trabalhando todos os conteúdos necessários a formação dos alunos, ele chegaria e ficaria o ano inteiro num conteúdo. Então a cobrança é bom para fazer alguns trabalharem. O ruim é que isso tira a liberdade dos bons professores de modo que ele se limita às metodologias tradicionais, pois dificilmente dará conta de fazer algo diferente. Mas o professor precisa aprender a fazer a diferença e a trabalhar os vários aspectos da ciência em qualquer situação, ele tem que se adequar ao ambiente da escola, mas também inserir tópicos e temas que ele acha interessante.

O pesquisador SE intervém perguntando se os licenciandos tiveram liberdade e autonomia na execução do que eles haviam planejado no que refere ao que fugia da tradição curricular. Dois licenciandos FEL e ED, que atuaram numa escola pública de perfil diferente da citada por RO, se posicionam.

Se- Vocês tiveram liberdade e autonomia para realizar as coisas que planejaram?

Para FEL existe certa apreensão inicial em utilizar textos históricos, pois fora do esperado para uma aula de Física poderia gerar algum desconforto, inclusive, no professor. Mas ele logo percebeu a abertura para novas abordagens metodológicas e de conteúdos. FEL reconhece que se fosse outro professor a situação de aparente conforto poderia ter sido diferente.

Fel- No começo eu fiquei um pouco apreensivo com isso, mas depois vi que o professor titular estava aberto para qualquer tipo de abordagem e não estava impondo nada. Então eu faço o que eu quero nessa turma, eu me senti muito a vontade de utilizar textos históricos. Talvez se fosse outro professor isso poderia ser diferente.

Já para ED sair da tradição gera apreensão, mas os aspectos interpretativos da natureza da ciência, por serem controversos e fugirem do senso comum, podem gerar debates de interesse dos alunos.

Ed- Eu tinha uma visão mais tradicional de minha preparação de aula, da forma que vivenciei no EM e também na faculdade, explicar teoricamente e depois resolver os exercícios. Então abordar algo como a HF foge disso e gera uma certa apreensão, mas senti que os alunos querem debater esses assuntos, percebi esse é um problema de interesse, pois é controverso e foge do senso comum.

Categoria 3.3.2 – Os desafios sistêmicos

Essa categoria se baseia em fragmentos das falas dos licenciandos referentes à aula 16, da turma I de HF e em parte da transcrição da entrevista semiestruturada.

Diante do desafio colocado pela professora LIZ durante a aula de HF de pensar nas possibilidades de abordar aspectos históricos no ensino, MAU lança sua preocupação primeira em abordar os conteúdos previstos, mas considera os aspectos históricos muito interessantes. Provavelmente tomando como referência o desenrolar de suas aulas de HF na graduação, considera que o tempo de duas aulas semanais insuficientes para conciliar os aspectos históricos com os conteúdos tradicionais, que devem ser cumpridos.

Mau- Primeiro que eu acho que uma preocupação lógica deve ser apresentar o conteúdo previsto. Acho também que vir caminhando da física aristotélica até chegar à newtoniana é muito legal. Só que para você ter noção dessa mudança de paradigma exige muito tempo, coisa que o professor não tem para trabalhar com os alunos. O professor só tem duas aulas semanais de Física.

RO coloca sua preocupação em como conciliar os conteúdos programáticos tradicionais, que precisam ser cumpridos, com aspectos históricos que evidenciam a construção do conhecimento. Veja sua fala.

Ro- Isso que a senhora estava falando da sala de aula, eu fico com dúvida. Como que a gente vai casar as duas coisas, abordar esses aspectos históricos, como o conhecimento foi sendo construído, com o conteúdo programático que tem que ser cumprido.

O pesquisador SE reconhece a preocupação de RO e MAU afirmando que o sistema é pouco aberto para essas inserções, exigindo do professor o cumprimento dos currículos e, além disso, o tempo disponível nas aulas é curto. Salienta que a abordagem dos aspectos históricos vai depender das concepções que o professor tem sobre a Física e sobre o conhecimento, de forma que, ao abordá-los, terá que abrir mão dos compromissos com os extensos currículos.

Se- Eu entendo bem a situação que o Ro e Mau colocaram, pois o sistema sufoca o professor. Tem um monte de conteúdo para abordar e abordar a história vai exigir debates, precisa de mais tempo. É um desafio. Mas qualquer opção pedagógica que você faça vai ter ganhos e perdas. Se optar por seguir a risca o livro, você vai sufocar os alunos e isso pode não garantir o aprendizado, é como a gente tá vendo os professores fazerem aí. Mas pode ser que você decida trabalhar alguns aspectos históricos em detrimento dessa sequência tradicional, pois não vai dar conta dela. Isso vai depender de suas concepções enquanto professor, o que você valoriza, o que é o conhecimento para você. Se você considera a História da Física importante, vai ter que abrir mão de coisas que estão nos currículos tradicionais.

Para o licenciando CI, os professores precisam amadurecer suas concepções dos elementos que constituem o conhecimento científico, contudo as pressões das avaliações externas acabam limitando-os aos tópicos da tradição curricular.

Ci- O problema é que o tempo não é suficiente para esse amadurecimento do professor sobre o que é o conhecimento, aí tem as cobranças das avaliações de desempenho e tem professor que a tradição curricular é o mais importante, aí acaba ficando nisso.

Durante a entrevista semiestruturada, o pesquisador SE pergunta sobre as limitações sistêmicas aos licenciandos e como isso impacta na autonomia do professor.

Se- As exigências do sistema limitaram suas ações na escola? Vocês tiveram autonomia?

CI complementa sua posição defendida em sala acrescentando que o sistema não impõe diretamente o que deve ser feito, mas o professor se sente pressionado para atingir as metas de desempenho desejadas para aquela escola.

Ci- Eu acho que essa autonomia não existiu, não que eu não pudesse propor coisas diferentes, mas desde que cumprisse aquele mínimo de exigência burocrática, duas aulas semanais (...).O sistema não te impõe a maneira de agir, mas impõe objetivos de desempenho a alcançar, no caso as avaliações e alguns conteúdos, é uma imposição indireta.

Para o licenciando RO, tomando sua experiência como referência, argumenta que na escola em que atuou não existe muita autonomia por parte do professor, que é pressionado a cumprir os conteúdos cobrados nos vestibulares. Acrescenta que os aspectos históricos são desvalorizados por não serem cobrados nesses exames.

Ro- Muita liberdade eu não tive não, pela própria característica da escola, não tem muita liberdade de fazer coisas diferentes do convencional não. Tem um cronograma de conteúdo e você precisa trabalhar isso até o final do ano. A escola é muito voltada para passar os alunos nos vestibulares das universidades federais e estaduais, então tem uma cobrança muito grande nesse sentido. Como esses tópicos históricos não são cobrados, eles não valorizam.

Categoria 3.3.3 – Os desafios pedagógicos

Nessa categoria, focamos nos diálogos realizados durante as aulas 13 da turma I de HF e a aula 13 da turma II, também de HF. Como se tratavam de aulas em que foram abordados tópicos semelhantes, para efeito de análise, reuni as sequências dos diálogos sem a distinção do que ocorreu numa aula ou na outra. Vejamos a sequência.

A intervenção começa com um questionamento de SE sobre as possibilidades pedagógicas dos aspectos estudados nas aulas que estão sendo ministrada pelos licenciandos nas escolas de EM.

Se- Vocês têm considerado alguns desses aspectos históricos estudados nos planejamento de suas aulas? Qual a impressão que estão tendo disso?

O licenciando RO, acreditando na HF para a diversificação metodológica, diz que fez pequenos comentários sobre o movimento em Aristóteles e o problema da Torre de Pisa, mas isso não motivou os alunos para debaterem sobre o tema, dada a pouca participação observada. Ele ficou em dúvida se isso se deve à forma como apresentou o problema histórico ou se já faz parte das características da turma que tem se mostrado pouco participativa nas outras atividades.

Ro- Eu apenas fiz pequenos comentários de como Aristóteles explicava o lançamento de projéteis, mas não houve debate. Eu não sei se foi a maneira que eu abordei ou se eles realmente não se interessaram mesmo. Depois em queda livre eu falei do experimento da Torre de Pisa. Acho que a gente precisa diversificar nossas metodologias, tem alunos que se interessam por aspectos distintos da Física. No dia que eu falei desse problema da Torre de Pisa somente uns três ou quatro alunos estavam prestando atenção. A maioria não se interessa, mas isso é uma característica da turma não é porque é um tópico histórico.

Levando mais para o lado de interpretação do cenário da abordagem da HF no EM, o licenciando RAF coloca que há poucos debates sobre ações pedagógicas com vistas a HF no ensino, tanto na escola como na universidade. Acrescenta ainda que a rigidez para o cumprimento do currículo é outro fator desestimulador. Veja seus comentários.

Raf- A questão de abordagem da HF no ensino é um tanto complicada. O problema é que é um grupo restrito de professores que estão na escola e que estão olhando para essa questão,

assim como na universidade. O problema é o número de professores que estão aqui preocupados com isso, essa questão de mexer nisso é que é complicado, então tem pouco entendimento de como isso pode ser feito no EM. Outro aspecto é o currículo que é muito rígido, e no estado de São Paulo isso deve seguir rigorosamente.

O licenciando RI tentando justificar a ausência de aspectos históricos em seus planejamentos apresenta o argumento da falta de tempo. De acordo com essa perspectiva, ele privilegia abordagens voltadas mais aos aspectos pontuais da história da Física em detrimento de uma abordagem mais reflexiva dialogada, como ocorreu no curso de HF.

Ri- Olhando a própria disciplina de HF a gente percebe que o tempo não é suficiente, então como eu vou passar isso para um aluno do ensino médio? Acho isso muito difícil e acaba por ficar na história pontual, nos nomes principais. Essa construção que a gente vê no curso de HF é difícil de mostrar no ensino médio. Eu até defendo esse tipo de ensino, mas o tempo é uma questão importante.

RAF complementa sua ideia sobre a HF e ensino acrescentando que uma das dificuldades está no fato de algumas questões históricas, que fazem sentido para o professor, não representarem um problema para o aluno de modo a terem um ganho no entendimento dos conteúdos conceituais.

Raf- Acho que a dificuldade não está em levar as questões históricas, a dificuldade está no modo de como fazer isso para que os alunos saiam ganhando também. Às vezes você quer levar algo que está apontando as pesquisas na área e o ganho dos alunos parece não ser aquilo que você queria, só isso não é suficiente. Na minha atuação, um grande problema foi quando eu queria trazer as questões da Física para os alunos, que para mim faziam sentido e queria que eles tivessem um ganho de entendimento dos conteúdos.

Após a apresentação de um seminário sobre o “Principia” de Newton algumas questões foram colocadas sobre as possibilidades das fontes primárias no EM.

Se- E as três Leis de Newton, diante da apresentação do “Principia” vocês conseguiram ver alguma potencialidade do conhecimento histórico no ensino dessas leis? Será que seria possível trabalhar com textos originais? Será que valeria a pena no ensino médio, explicitar como Newton se colocou inicialmente fazendo uma leitura pelo menos dessas partes do livro?

O licenciando MAU coloca-se argumentando que isso poderia gerar uma dificuldade muito grande no aluno e sugere que o trabalho com ideias semelhantes as do texto original poderiam ser mais interessantes.

Mau- Para mim seria mais interessante trabalhar com ideias que são semelhantes aos textos originais, pois o nível de dificuldade aí seria muito grande. Alguns textos de outros livros mais simples poderiam ser usados.

Já para os licenciandos MA, RO e ED é possível “pinçar” passagens dessas fontes primárias para se trabalhar com os estudantes do EM, contudo os textos em sua integralidade poderiam gerar problemas de entendimento.

Ma- Eu tinha que passar para meus alunos o conceito de massa, e passei para eles igual tá no "Principia", certo, até aí tudo bem, aí você explica, mas passar um texto original como se vê em HF eu acho que eles não vão entender não.

Ro- Acho que textos como aquele do Koyre que a gente leu, eu acho que não tem condições de serem trabalhados no ensino médio... Mas acho que alguns trechos do "diálogo" seria possível.

Ed- Acho que da forma que Newton colocou lá (em seu livro) eles realmente não vão entender, por exemplo, na definição de massa ele usa "daqui em diante eu utilizarei ..." nas palavras que ele usa dificilmente os alunos vão entender.

SE se posiciona concordando com os licenciandos sobre a possibilidade de alguns trechos serem abordados, mas acrescenta como fundamental contextualizar a obra, discutir sua importância e fazer a leitura de trechos marcantes. Para SE, a dimensão cultural do conhecimento se dá nesse sentido.

Se- Quando eu falo da dimensão cultural do conhecimento vai nesse sentido, poderíamos discutir a importância dessa obra, do contexto de sua construção, e de suas implicações e de repente até fazer a leitura de alguns trechos. Será que focar somente nas equações no ensino de Física é suficiente?

A professora LIZ acrescenta que a Física poderia ser abordada de forma diferente, através de questionamentos históricos, de modo a contrapor o conhecimento dos alunos com as dificuldades da ciência. Para isso, o professor precisa aprender a levar e debater essas questões históricas, pois haveria um ganho em relação à compreensão da ciência por parte dos alunos.

Liz- Trazer os questionamentos da época para serem debatidos com os alunos do ensino médio é o que considero importante, pois em geral essas coisas são mal dadas e os alunos não aprendem. Mas isso é que é interessante, será que a física não poderia ser ensinada diferente, através dos questionamentos históricos? O que precisamos é aprender a levar essas questões para sala, contrapor as dificuldades dos alunos com as dificuldades da ciência. Isso poderia ser um ganho. Ganho seria aprender um conceito, ou aprender uma visão de ciência que ele não tem? Eu penso que o maior ganho seria no entendimento do que é ciência.

Já para RAF o ganho com a história poderia ser também na compreensão conceitual, uma vez que ajudaria na mudança de percepção que o aluno tem do problema.

Raf- Acho que o ganho é poder mostrar outra maneira de fazer as Leis de Newton serem mais compreensíveis. Ganho seria se a gente garantisse que eles mudassem de percepção, a maneira de ver o problema, que isso passe a ter um valor para o aluno.

Com relação aos ganhos proporcionados pela HF, CI acrescenta um ponto muito importante. Para ele existem tópicos que são mais significativos e outros menos significativos para uma abordagem histórica, para isso cita o caso da dilatação térmica que, na sua visão, não apresenta fatos históricos marcantes em sua evolução.

Ci- Para mim, tem alguns conceitos da Física que não cabem a História da Física, por exemplo, acho que na dilatação térmica tem a origem muito mais numa coisa técnica do que em fatos históricos determinantes, não tem questionamentos históricos, pelo que sei. Então parece que a história não caberia em qualquer situação, mas em situações onde ela é mais apropriada.

SE defende que é necessário uma seleção dos episódios que são mais significativos e propícios ao EM, alguns podem contribuir para aperfeiçoar a compreensão conceitual, como também há aqueles que permitem uma melhor compreensão da ciência.

Se- Por isso é que estou defendendo que é necessária uma seleção mais apropriada das questões que realmente podem contribuir para alimentar o diálogo, existem boas situações para cada uma das coisas. Então eu defendo que não é qualquer história e nem qualquer episódio da história que tem um potencial para o ensino médio.

RAF corroborando com a visão de SE defende que essa seleção dos episódios é uma tarefa que o professor precisa fazer. Tomando sua experiência como exemplo, e reconhecendo as dificuldades dessa tarefa, acredita que isso garante uma melhora significativa na transmissão do conhecimento.

Raf- Eu estou tentando valorizar a história, e reconhecer que tem situações históricas que são mais apropriadas ao nível da escola média e parece que isso é função do professor. Se isso for feito, acho que o professor vai passar aquilo melhor do que era feito antes. No meu trabalho, eu tentei mais do que mostrar as três Leis de Newton na lousa, mas mostrar a riqueza, o caminho para o aluno que percorreu Galileu, Aristóteles, e que não foi fácil. Não foi com uma queda da maçã na cabeça que a ciência foi construída...

Diante da exposição de RAF, LIZ aposta na HF no ensino por permitir que o professor se reveja dentro do processo educativo provocando, desse modo, uma desestruturação do que está estabelecido na busca por recortes históricos mais adequados.

Liz- Então você foi capaz de se rever enquanto professor. Para mim toda vez que se leva a História da Física para sala de aula é benéfico, pois provoca uma desestruturação do que está estabelecido. Na minha opinião ela é desestruturadora, por isso que defendo. O recorte, a escolha é que realmente precisa ser levado em consideração.

APÊNDICE 4

Parte 4.1

Na análise dessa parte, tomamos como referência os textos disponíveis nos anexos 1 e 2.

Parte 4.2

Parte 4.2: Os desafios da produção dos textos e a realidade profissional

Tendo em vista que dois grupos de licenciandos finalizaram a produção dos textos previamente combinados, o pesquisador SE procura investigar quais foram os principais desafios enfrentados pelos licenciandos ao realizar essa tarefa. Durante uma entrevista no final da disciplina, ES solicita que os licenciandos falem a respeito desse processo.

Se- Quais foram os principais desafios para elaboração desse texto histórico?

Para o licenciando ED o acesso às fontes de pesquisas históricas representou um grande desafio. Apesar de os textos utilizados no curso de HF serem uma boa fonte de pesquisa, a principal foi a internet que, segundo ele, apresenta informações duvidosas. Acrescenta também que em geral as fontes focam os episódios e personagens já conhecidos de modo que há um salto do pensamento grego para os pensadores do século XVII e XVIII sem a consideração do que ocorreu nesse intervalo.

Ed- Para mim foram as fontes disponíveis. A gente usou alguns desses textos de do curso de HF, mas a principal foi a internet. Eu desconhecia esse tipo de material histórico, a gente tem muita dificuldade de encontrar material, então as fontes históricas são duvidosas. Existe também um salto muito grande nesse processo histórico, é focado muito nos gregos, século III ou V antes de Cristo e depois há um salto para o século 17 e 18, e nesse intervalo não houve nada? As fontes dão esse salto enorme e ficam somente nas situações mais conhecidas.

Para FEL os textos com referências históricas também foi um problema, uma vez que os disponíveis não abordam convenientemente alguns conceitos. Os textos utilizados no curso de HF ajudaram no mapeamento do caso da queda dos corpos, os personagens envolvidos e os problemas enfrentados pelos cientistas na explicação do problema, mas foi necessário fazer a transposição didática para o nível do Ensino Médio utilizando um guia para estudos de casos históricos.

Fel- No caso da história, acho que deveria ter um texto melhor de referência. O texto do curso de HF que eu usei, achei muito bom, ajudou no mapeamento do problema enfrentado pelos cientistas na explicação do problema da queda dos corpos. O nosso trabalho foi utilizar o aquele guia dos casos históricos e fazer essa transposição para uma linguagem que fosse possível para um aluno do EM. Agora se dependessem de buscar materiais para fazer isso para qualquer tema da física acredito que seja uma tarefa muito difícil, a principal fonte seria a internet. Ter materiais de referência é um problema, alguns conceitos são pouco abordados pelos materiais históricos.

RO defende o resultado final do trabalho como bom, considerando o pouco tempo disponível para elaboração e a falta de costume dos licenciandos em Física com atividades textuais. Para ele, que considera que não houve falta de material, o maior desafio foi articular o pensamento passado com o moderno, ou seja, os aspectos históricos com as formas de explicação atual dos fenômenos. Porém, acrescenta que o acesso a esses materiais só foi possível em função do curso de HF, caso tivessem que buscar na internet seria complicado, como é no caso do professor que não fez um curso de HF.

*Ro- De um modo geral o nosso texto ficou bom. Considerando que não estamos muito acostumados em escrever textos e dentro do tempo que a gente teve acho que foi adequado. Quanto ao material histórico de referência para abordar o tema das marés, trabalhamos com dois textos históricos e que falavam como Galileu e Newton viram e explicaram esse problema. Os outros foram voltados para a explicação do fenômeno em si como entendemos hoje, fazer bem essa relação foi um problema. Não considero que houve falta de material no nosso caso, pois o livro *Evolução das Ideias da Física* que utilizamos em parte do curso de HF aborda bem o assunto, mas se tivéssemos que procurar na internet isso já seria um fator complicador não teríamos, por exemplo, esse livro. Realmente tem falta de materiais históricos que abordem isso, inclusive na internet. Uma dificuldade então seria o acesso aos materiais existentes e que abordem esses aspectos. Isso pode ser um grande desafio para o professor.*

O licenciando ED complementa sua primeira fala argumentando sobre a importância formativa da atividade de produção e seleção de materiais. Enfrentar o desafio de selecionar transpor o que é mais importante e relevante para um aluno do EM tomando como base um texto original é desafiador, principalmente considerando que há textos difíceis de serem entendidos.

Ed- Tem muitos termos e situação que acho que difícil de serem entendidos por um aluno do ensino médio. Aí é que entra o papel do professor, de pegar um texto original que tem um monte de coisas que acho que não são relevantes a um aluno do ensino médio e selecionar o que é mais importante, essa criação é muito importante para a formação. Essa simplificação depende do texto, tem texto que é mais fácil de fazer a transposição e outros que é mais difícil, no caso daquele texto do Aristóteles eu teria grande dificuldade.

Finalmente, o licenciando RI se projeta como professor e questiona a viabilidade desse tipo de atividade na prática profissional. Dado que nas escolas é difícil ter acesso a textos históricos, esse tipo de atividade é trabalhosa, exige tempo e o professor de Física não tem o hábito de produção de textos, além de não terem

disponíveis ou dominarem técnicas que permitam o mapeamento dos personagens e controvérsias históricas.

Ri- Acho difícil também essa ideia de sentar e produzir, construir um texto próprio para poder trabalhar com os alunos, essa tarefa deve ser difícil na nossa prática profissional. A gente não está acostumado com a produção de textos, o que facilitou foi aquele mapeamento que fizemos dos principais personagens e das situações controversas. Mesmo assim, pela minha experiência isso não é uma coisa simples, fazer leitura, procurar textos e outros materiais acho muito trabalhoso e não temos tempo para isso na escola.

Parte 4.3

Parte 4.3: A aplicação do material produzido no Ensino Médio

Durante a entrevista final da disciplina ES, os licenciandos que produziram os textos foram convidados pelo pesquisador SE para se pronunciarem sobre os enfrentamentos na aplicação dos textos nas aulas do EM.

Se- Quais foram os desafios que vocês enfrentaram na aplicação desses textos em sala de aula?

FEL inicia sua fala resumindo várias reflexões que foram geradas com a aplicação da atividade no EM. Destaca a necessidade de adequação dos materiais ao EM, a falta de conhecimento pedagógico para trabalhos com textos, a necessidade de uso de uma linguagem adequada e dificuldade de adequação das atividades propostas para o tempo disponível de aula. De sua experiência, sugere a realização desse tipo de atividades em aulas duplas.

Fel- Primeiro tem a dificuldade nossa de adequação dos materiais, falta de conhecimento pedagógico para uso dos textos, uso da linguagem adequada, adequar as atividades à realidade dos 50 min de aula. Uma aula dupla poderia ser interessante para isso.

RO observou que não houve o envolvimento esperado dos alunos nas leituras e nos debates dos textos e considera o tema abordado como uma possível causa disso. Ele relata dificuldades pedagógicas de trabalhar o texto com os alunos, assim, em sua estratégia privilegiou sua participação no debate local em cada grupo com a cobrança das respostas das questões disponíveis no texto, ao final da aula, tratando como atividade avaliativa.

Ro- Com o texto eu achei que os alunos não se envolveram muito não. Não sei se foi por causa do tema, a gente formou grupos na sala e teve aluno que nem sequer leu o texto. Não ocorreu um debate que eu esperava. Eu fazia o seguinte, primeiro solicitei que eles lessem o texto, teve um grupo de seis onde apenas dois leu e respondeu as questões. Aí eu fui aos grupos para auxiliar na resolução das questões. Eu achei que a participação foi muito baixa. Eu também senti dificuldade na maneira que eu deveria trabalhar o texto com os alunos, eu não sei como seria melhor e acabei focando na cobrança das questões para que eles me

entregassem ao final da aula, se não cobrar pode esquecer que eles não vão fazer nada, tem que cobrar alguma coisa deles, como se fosse trabalho e valendo nota.

Para MA apesar da etapa de produção do texto ter sido bastante relevante, sua estratégia de aplicação fez com que a atividade perdesse a relevância para alguns alunos. Em sua estratégia, dividiu a turma em grupos para leitura e elaboração de repostas para as questões sem discuti-las e valendo como uma nota de recuperação. Como resultado, ficaram mais interessados na atividade aqueles alunos que estavam precisando de notas, os que já possuíam notas não ficaram muito interessados e aqueles que nunca participaram ficaram indiferentes.

Ma- Eu acho que o texto foi bastante relevante, pelo menos a etapa de produção dele, mas quando fui trabalhar com os alunos eu fiquei meio perdido, aí acho que estragou um pouco a estratégia. Eu dividi a sala em grupos de cinco alunos e entreguei os textos para leitura e resposta das questões que elaboramos, coloquei como se fosse um trabalho de recuperação, e não houve uma discussão com os alunos dos aspectos abordados. Eles leram o texto e vi que se interessaram mais aqueles alunos que estavam com notas ruins, isso em função de minha condução, pois falei que quem fizesse essa atividade teria uma nota vermelha substituída por ela, aí alguns se esforçaram mais. Quem já tinha nota não se interessou muito e outros que não se interessam sempre ficaram indiferentes, sem fazer. Então acho que a forma como eu trabalhei o texto fez com que ele perdesse toda a relevância.

Na estratégia do licenciando ED, que teve a presença de poucos alunos em função da finalização do semestre, observamos a dificuldade apontada em atividades em que o grupo tenha a autonomia de leitura e desenvolvimento das atividades, fato que exigiu do licenciando que ele fizesse a leitura juntamente com a turma. Com essa nova estratégia, percebe-se o aumento da participação e do interesse nos debates, segundo ele, houve questionamentos e os alunos puderam expressar suas opiniões exercitando a criticidade, principalmente nas questões polêmicas envolvendo religião e ciência, nas relações das concepções antigas com as modernas e nos argumentos aristotélicos sobre os movimentos. O licenciando também notou que os alunos têm a tendência em buscar no texto fragmentos que respondam às questões apresentadas sem a leitura completa do texto. Outros dois aspectos negativos foram o tamanho do texto utilizado e a presença de alunos na segunda aula que não havia participado da aula anterior, isso atrapalhou o andamento das discussões.

Ed- Na aplicação dos textos que a gente elaborou, por ser no final do semestre, já tinha poucos alunos, então eu resolvi dividir a turma em grupo e distribuir o texto para leitura. Eu senti que pedir aos alunos para lerem um texto em grupo é um pouco complicado, eles não leem. Como tinham umas questões no meio do texto eles leem as questões e vão passando o olho no texto tentando achar as respostas, os trechos que configuram como uma possível resposta. Mas também foi engraçado que muitos ficaram intrigados com as explicações de Aristóteles sobre os motivos de queda dos corpos, essas ideias dos elementos. Então surgiram vários

questionamentos interessantes, mas tem os pontos negativos que é a leitura interpretativa, se a gente ler com eles até que flui, mas pedir para eles fazerem isso só não acontece. Acho também que o conteúdo do texto foi muito longo, eu precisei de duas aulas e na segunda tinham alunos que não vieram na aula anterior e atrapalhou o prosseguimento da discussão. O texto longo também cansa o aluno. Mas senti um empenho maior dos alunos nas questões que envolvem a religião, muitos fizeram relações com as polêmicas envolvendo uso de preservativos que hoje tem sido questionado pela igreja. Eu senti um paralelo muito legal dessas ideias históricas com as atuais como, por exemplo, o aborto. Nisso eu vi um potencial muito grande exercitar a criticidade, foi um exercício muito bom, pois houve um exercício de opinar, sem se preocupar com posições corretas ou erradas, esse foi um aspecto positivo, nas o negativo foi o tamanho do texto. Agora eu entendo esse encurtamento dos aspectos históricos proposto nos livros didáticos.

O licenciando RI dividiu a turma em grupos com revezamento de alunos fazendo a leitura em voz alta com interrupções para explicações das dúvidas e verificação de entendimento do texto. Apesar de ter observado que parte dos alunos gostaram bastante do debate, houve dificuldade de concentração, a recusa de leitura em voz alta e reclamações do uso de atividades características das ciências humanas nas aulas de Física.

Ri- No meu caso, eu dividi a turma em grupo e pedia que alguém lesse em voz alta, e quando surgiam dúvidas eu parava e explicava. Após a leitura de cada parágrafo eu parava e perguntava o que estavam entendendo, o que foi dito no texto. A maior dificuldade é realmente fazer os alunos se concentrarem na atividade, pois enquanto uma parte lê, alguns ficam conversando. Muitos alunos também não gostam e se recusaram a ler em voz alta. Outros ficaram reclamando que essa não era uma aula de português ou história para se fazer a leitura de textos. Outros gostaram bastante e participaram bem.

Complementando a fala de RI, o licenciando FEL também observou que os alunos não estão acostumados e acham estranha a estratégia dialógica nas aulas de Física. Assim os aspectos históricos são encarados mais com uma conversa do que realmente uma aula de Física.

Fel- A dificuldade realmente foi os alunos não estarem acostumados com esses tipos de debates, eu pude perceber isso. Quando a gente chama para o debate eles acham estranho isso na física. Você começa a falar sobre os aspectos históricos, isso para eles é uma conversa e não uma aula de física.

Preocupado em saber o nível de interesse dos alunos nas temáticas que guiaram o texto e se as questões e problemas abordados têm um potencial mobilizador, o pesquisador SE abre espaço para os licenciandos se posicionarem sobre isso, como mostra a transcrição a seguir.

Se- Será que a temática que vocês abordaram realmente é interessante para o aluno? Será realmente um bom problema para um aluno do Ensino Médio? Como vocês avaliam isso? Será que aquela temática da pena e o martelo realmente gera interesse?

A discussão sobre a comparação da queda dos corpos de massas diferentes apresentado no texto “o martelo e a pena” foi bastante intrigante para o aluno, segundo os licenciandos FEL e ED. Isso pode ser constatado no interesse dos alunos em assistirem o vídeo no *YouTube* que foi utilizado como referência no texto, nos comentários que surgiram na aula seguinte e nos outros questionamentos que surgiram sobre as possibilidades desse fenômeno em outros planetas. As falas de FEL e ED expressam isso.

Fel- Pela quantidade de alunos que questionou se realmente dois corpos em queda livre chegam juntos, acho que chamou a atenção deles. Eu também falei para eles acessarem no youtube e muitos viram e vieram com outras questões, perguntaram se poderia acontecer em outros planetas, vi que é um problema bem interessante e que chama atenção. É um bom tema.

Ed- Após a primeira aula, onde abordamos essas questões de queda dos corpos, eu falei do endereço onde eles poderiam ver aquela experiência e quando foi na aula seguinte, muitos vieram comentar que tinha visto e realmente o martelo e a pena caíram juntos, então eles estavam duvidando e ficaram intrigados. Então chamou atenção.

O licenciando FEL acrescenta ainda que as questões sobre a natureza da atividade científica apresentadas no texto geraram inquietação nos alunos que ficaram desconfiados por indagarem sobre suas certezas acerca da ciência cristalizada no sendo comum. FEL destaca também que a realização e exploração de pequenas experiências demonstrativas para complementar a discussão foi bastante positivo. Ele acrescenta ao final que a discussão poderia ter sido mais proveitosa se partisse da exibição do vídeo sobre a experiência da queda do martelo e a pena.

Fel- Achei também aquelas questões sobre a ciência muito boas, os alunos ficaram inquietos com elas. Aquela experiência também que elaboramos sobre a queda da folha de papel aberta e amassada foi muito interessante. Muitos acreditavam que quando amassamos a folha ela fica mais pesada, então gerou um debate muito interessante. Fiz a mesma experiência com um apagador e com um giz e observamos que caem juntos, exploramos de várias formas. Observei também que os alunos ficaram com medo de ter alguma pegadinha nas questões, pois o problema inicial já era fora do senso comum, então pensaram o mesmo sobre as questões. Acho também que faltou apresentar o vídeo no projetor e fazer a discussão a partir daí.

O licenciando FEL também fez a defesa da importância desse tipo de atividade em função do impacto que pode causar em marcar positivamente alguns momentos da trajetória formativa do aluno. Para ele, as atividades que desvirtuam do tradicional ficam guardadas na memória dos alunos. Vejo o seu relato.

Fel- Eu também acho que esse tipo de atividade marca o aluno! Os alunos que se interessarem pelo vídeo dos astronautas realizando a experiência da queda do martelo e da pena na lua é prova disso. Eu tive um professor mesmo que eu lembro até hoje que ele pediu para um aluno

buscar uma bicicleta para fazermos uma experiência sobre movimento e isso acabou que marcou.

Parte 4.4: Argumentos e motivação para não realizar a atividade de elaboração de materiais para inserção da HF no Ensino Médio

Levando em consideração as falas dos licenciandos que reconheceram as transformações ocorridas em suas concepções de ciência após os estudos históricos, o pesquisador SE questiona os que não realizaram a atividade de produção dos textos históricos em suas aulas no EM, se essa postura não estaria tirando a oportunidade que as mesmas transformações ocorressem com seus alunos.

Se- Vocês reconheceram as potencialidades dos elementos históricos no aprimoramento de suas concepções sobre a ciência, então com essa recusa vocês não estariam retirando a oportunidade de seus alunos também entenderem melhor a ciência?

O licenciando MAU se posiciona afirmando que ainda se encontra no processo de compreensão da natureza da ciência e se sente receoso em trabalhar fora da tradição da Física. Para ele, para abordar nas aulas as incertezas geradas nas discussões sobre a construção do conhecimento científico são necessários mais argumentos, já que, em geral, os alunos apresentam concepções de ciência diferentes das dele e isso pode gerar discussões amplas e difíceis de fechamento preciso. Então, ele se defende afirmando que precisa consolidar seus argumentos e sua compreensão sobre a ciência para poder trabalhar com mais confiança os aspectos históricos em sala.

Mau- Acho que esse processo de desmistificação da ciência tá ocorrendo mais comigo agora, estou num processo reflexivo sobre isso, mas ainda não consegui fazer com que isso chegue aos alunos. Como estou num processo de compreensão de tudo isso, fico receoso de colocar essas questões das incertezas científicas para os alunos e não conseguir argumentar. Isso foge da Física na maneira tradicional. Os alunos podem me questionar isso e eu não conseguir sustentar. Eu preciso de mais argumentos para trabalhar com os aspectos históricos. Eu ainda não estou satisfeito com o meu nível de conhecimento sobre esse assunto. Isso gera uma discussão muito ampla que abre demais e eu não sei se seria capaz de fechar isso. Eu formei uma ideia diferente, mas sou incapaz de discutir isso com os alunos. A ideia deles de ciência é diferente da minha.

O licenciando DI defende-se argumentando que não produziu e nem utilizou a HF em sala para resguardar o compromisso com a boa história. Ele não queria abordá-la simplesmente como elemento distrativo e motivacional da turma. O curso de HF ampliou sua visão de ciência e isso permitiu que questionasse sua

experiência formativa em que os aspectos históricos foram apresentados como mitos e curiosidades. Com a preocupação de não replicar os modelos da formação e, somado ao fato de ainda não dominar os elementos necessários à “boa história”, optou por não abordá-la nas aulas.

Di- Eu tenho evitado a utilização da HF simplesmente como uma coisa atrativa, como ocorreu no caso em que os professores nas disciplinas do curso básico que comentavam um ou outro episódio, que hoje depois do curso de HF sei que não passavam de mitos ou histórias curiosas. Eram mais para distrair a turma. Minha experiência agora com a HF, depois do curso, melhorou e eu não abordei no ensino, pois não gostaria de fazer um tratamento deteriorado da história, que seria o que eu aprendi a fazer na formação. Aquelas histórias tipo a maçã de Newton eu evitei, porque hoje sei que não representa realmente fatos históricos, são gracejos, passa tempo, motivação. Como levei isso mais a sério, se não dá para trabalhar com a HF de forma séria, então eu optei por não deturpar a história e fazer historieta e contos da HF.

Outro argumento lançado pelo licenciando MAU para tentar justificar a não abordagem da HF se relaciona ao fato do curso de HF não ter dado os subsídios suficientes aos aspectos históricos da termodinâmica, que foi o assunto de suas aulas no EM. Complementa argumentando que se fosse necessário fazer isso para os tópicos de mecânica, ele seria capaz, já que esse tópico foi bem trabalhado no curso de HF. Reconhecendo essa deficiência no curso de HF, sugere uma ampliação do curso para dois semestres.

Mau- Tem que acrescentar que como o curso de HF que eu fiz abordou a termodinâmica superficialmente, para mim que trabalhei com esse assunto na escola ficou um pouco complicado. Se fosse relacionado com mecânica, com certeza que eu seria capaz de trazer alguma coisa, pois o curso de HF que fiz focou mais esse aspecto. O nosso curso de HF foi fraco nesse sentido, deu uma ênfase muito maior a mecânica. Não dá tempo, deveria ser uma disciplina anual.

Já a licencianda PHA, que se definiu disposta a desafios, não abordou os aspectos históricos por dificuldade de produzir o texto e por falta de confiança em trabalhar essa dimensão do conhecimento com os alunos. Para ela, que considera os materiais históricos escassos, é necessário o professor se comprometer com as novidades, porém considera que há outras formas de abordagens da HF além dos textos que precisam ser consideradas.

Pha- Eu sempre gostei dessas propostas de desafios prevendo inovações. Eu não apliquei o texto histórico, pois tive grande dificuldade de produzi-lo, pois sei que esse tipo de material é escasso e não tem pronto. Os professores é que realmente tem que ir atrás dessas novidades. Eu particularmente acho que poderia ser de outras formas, não necessariamente na forma de texto. A abordagem que fiz foi somente a título de curiosidade. Ainda me falta confiança e maturidade para trabalhar com esses aspectos e desenvolver bem isso. Acho os alunos muito distantes das coisas da Física.

O licenciando DI sai na defesa das atividades focadas na leitura, porém argumenta que a produção desses materiais deve ser suportada por materiais de referência adequados, algo que considera de difícil acesso. Então, sugere que esses materiais com abordagens históricas deveriam ser disponibilizados para os alunos, assim como são os livros didáticos. Sua fala abrange também a questão temporal e as cobranças advindas dos currículos e avaliações baseados na precisão quantitativa da Física, que os alunos já estão acostumados, e a inserção das inovações como as abordagens de aspectos históricos no ensino, baseadas em questões abertas e interpretativas que não são cobradas nas avaliações externas.

Di- Acho que é indispensável as leituras, mas para a produção de textos escritos é necessário um material de referência adequado, que aborde os aspectos históricos de forma séria o que a gente nem sempre tem. Um segundo ponto é que esse material deve estar disponível para o nível do aluno do ensino médio, é importante que a escola tenha esses recursos, assim como tem os livros tradicionais. Outro problema é como inserir isso dentro da programação (currículo, avaliação, tempo) da escola, do que realmente é cobrado dos professores de Física, é uma questão nova. Os alunos, até então, estão sendo avaliados por provas que exigem contas, então o que tá em jogo é tá certo ou tá errado. Em História da Física a gente tem que trabalhar questões abertas, dissertativas, é um tipo de cobrança que os alunos não estão acostumados. Resumindo, um dos problemas é de material e outro é esse estranhamento pelas formas diferentes dessas abordagens.

O licenciando FER, que não abordou os aspectos históricos, justifica que se em sua primeira experiência profissional abordasse algo que ele não estava acostumado, poderia ter atrapalhado no longo processo da turma reconhecê-lo como professor de Física, então sentiu-se mais seguro com abordagens tradicionais as quais estava acostumado em sua formação. Além disso, acrescenta que foram muito descontínuos os encontros que teve com os alunos e isso atrapalhou muito suas aulas. Acredita, portanto, que a inserção de aspectos históricos poderia prejudicar mais ainda o processo.

Fer- Eu não abordei aspectos de HF com meus alunos porque começando o estágio, minha primeira experiência profissional, ficar trazendo ferramentas para trabalhar de forma diferente da que você sabe fazer, acho que pode dificultar o processo. Mas acho que isso pode vir de forma processual. Eu levei certo tempo para ganhar a turma então acho que fazer algo que não estou acostumado poderia ter atrapalhado. Os alunos só vão te reconhecer como professor da turma depois de uns dois meses de contato, antes disso você é professor, mas eles ainda não te reconhecem. Depois que aplicamos as provas, geramos as notas é que eles vão te reconhecer como professor, aí dá para trabalhar melhor com eles. No meu caso foi muito descontínuo os momentos que tivemos encontros, tem muitas coisas que interferem na escola, feriados, eventos, as vezes nem eu sei em que ponto paramos naquela turma. Isso é péssimo para as aulas tradicionais, imagina se fosse inserido os aspectos históricos.

Na concepção de PHA, um fator negativo para abordagens de aspectos históricos é o fato de os alunos não estarem muito dispostos às leituras e debates. Como as turmas eram heterogêneas, provavelmente, alguns alunos não queriam

participar, outros participariam, e os que estariam pensando nos vestibulares reclamariam do prejuízo que essas abordagens históricas poderiam trazer na preparação para esses exames. Acrescenta ainda que teria dificuldade de abordar aspectos históricos em sala e que os recursos disponíveis para isso são escassos.

Pha- Acho também que os alunos não estão com disposição para leituras e debates, isso pode ser um fator complicador. Uma dificuldade pode ser o fato das turmas serem heterogêneas, tem alunos que estão pensando no vestibular e outros estão bem atrasados, então alguns aceitariam numa boa e outros já reclamariam que isso pode causar prejuízo na preparação para o vestibular. Outros não querem fazer nada. Além disso, achei que os materiais históricos que podem ser utilizados no ensino médio são escassos e os conhecimentos históricos também. Acho que ainda eu não saberia abordar esses aspectos em sala de aula.

Ainda durante a entrevista, o pesquisador SE questiona a eficiência do que foi desenvolvido na interface ES/HF para a produção dos materiais.

Se- Qual a avaliação de vocês do processo desencadeado na interface ES/HF? Ela não contribuiu no processo de produção do material?

O licenciando MAU se pronuncia afirmando que, apesar dos aspectos históricos terem sido bem trabalhados, os aspectos pedagógicos não foram e isso gerou dificuldades na abordagem da HF nas aulas. Em seu argumento, faz uma crítica aos textos utilizados que defendem a importância da HF no ensino, mas não mostram como isso pode ser feito na prática. Reconhece que não deve ter uma “receita” única, mas é necessário algo que possa servir de referência na orientação do professor.

Mau- A compreensão das situações históricas apresentadas, achei que foi bem acertada, mas não tenho firmeza para trabalhar isso com os alunos, isso aí eu tenho dificuldade. Teve um texto que a gente leu "como inserir a HF no EM" esse texto acaba falando da importância, do potencial, mas não indica como inserir a HF no EM. Não que tenha que ter uma receita, cada professor tem que ser capaz de refletir sobre sua própria metodologia de trabalho, mas eu esperei no texto subsídios para que eu pudesse fazer isso e não vi, mas isso eu também acho que a articulação ES/HF também não forneceu. A gente discutiu muito as situações históricas, mas os conhecimentos pedagógicos foram fracos.

Na avaliação do licenciando FER a articulação foi deficiente. Houve orientação para a produção do texto sem uma discussão mais aprofundada das possibilidades pedagógicas dele em sala de aula. Para ele, por representar uma inovação, devem ser dadas melhores oportunidades de reflexões pedagógicas sobre a HF no EM.

Fer- A articulação foi pouca, foi proposto o texto, mas não discutimos profundamente as possibilidades de utilização desse recurso em sala de aula, isso é uma coisa que a gente nunca teve oportunidade, como trabalhar um texto desse em sala, quais as possibilidades de utilizar uma abordagem dessa maneira, para mim houve uma orientação na produção, mas pouco nas possibilidades de utilização desses nas aulas.

No entendimento de DI, a deficiência foi em como fazer a transposição didática dos textos abordados no curso de HF na graduação para o nível do EM. Argumenta que, em geral, os textos são elaborados na perspectiva do especialista e não na perspectiva do ensino. Reconhecendo como novidade a HF no EM, ele também destaca a insegurança que isso gera. Dado que fazer a transposição da parte conceitual e formal da Física, coisa que já é acostumado a fazer, já é um grande desafio. Complementa seu raciocínio argumentando que não foi discutido como as obrigações curriculares para os exames externos suportam esse tipo de abordagem.

Di- Eu também senti falta da transposição didática, pois os materiais históricos que tivemos acesso foi para o pessoal de graduação, ou até mesmo de pós, não foram materiais para aluno do ensino médio. Como novidade, isso me deu certa insegurança de fazer essa transposição para o ensino médio. Já é complicado fazer a transposição da parte conceitual e do formalismo matemático. Em se tratando de HF, eu fiquei inseguro. Outro ponto são as obrigações curriculares para o Saresp, eu não conseguiria colocar os aspectos históricos e atender essa demanda avaliativa. É isso, senti falta de maior conhecimento de HF para fazer a transposição didática, eu não tinha voz por falta de conhecimento específicos da HF. Muitos materiais ainda são construídos por especialista, então eu acho que o contato que eu tive com a história não é suficiente.

A licencianda JO expõe que aprendeu muito nas orientações na interface ES/HF. Sugere que a disciplina HF seja anual para melhor aprofundamento nos textos e que deve correr paralelo com ES para proporcionar aprendizados e reflexões sobre as possibilidades pedagógicas da HF na escola.

Jo- Apesar de não ter produzido o texto e nem de ter feito a disciplina de HF, eu aprendi muito com as orientações que possibilitou a articulação entre HF e ES. Mas acho que disciplina de HF poderia ser anual e não semestral. Isso ajudaria muito no aprofundamento dos textos históricos. Mas correr em paralelo (as duas disciplinas) é muito bom para produzir e refletir sobre as possibilidades pedagógicas da HF.

Na avaliação do licenciando MAU é necessário o resgate da dimensão pedagógica no próprio curso de HF de modo que seja possível pensar nas potencialidades de adaptação desses conhecimentos ao EM, segundo ele deve haver um “encurtamento” entre os textos de HF da graduação e os textos para o EM.

Mau- Se essa articulação ocorresse o ano todo seria interessante. Se reservarmos uma parte das aulas para o estudo das possibilidades pedagógicas de cada um dos tópicos abordados ou dos textos lidos, e tentar adaptar esses conhecimentos para o nível do ensino médio seria bom. Na minha opinião, isso deveria ser feito mesmo na disciplina de HF, essa dimensão pedagógica precisa ser resgatada, fazer esse encurtamento entre os textos de HF e os textos para o ensino médio.

Defendendo ideia semelhante, DI acrescenta que a produção de materiais para aplicação no EM poderia ser feito em substituição de algumas apresentações

de seminários teóricos pelos licenciandos sobre as aplicações da HF no ensino. Para ele, isso seria interessante, pois ao final do curso teríamos vários materiais para compartilhar e disponibilizar entre os licenciandos.

Di- Seria interessante também que nessa articulação possibilitar montar os textos e fazer debates em sala de aula sobre a adequação deles ao EM, isso seria melhor do que fazer apresentações, pois as pessoas assistem mais não aprofundam. Se tivéssemos esses vários textos, poderíamos disponibilizar para outros utilizarem.

APÊNDICE 5

Guia para mapear o contexto histórico

- 1) Identificar a ideia central, as principais ideias e ou questões e problemas relacionados ao tema.
- 2) Identificar as ideias concorrentes ou controvérsias marcantes.
- 3) Identificar os principais personagens relacionados e suas contribuições para os debates.
- 4) Explicitar o contexto social/econômico/cultural/científico da época.
- 5) Explorar os obstáculos epistemológicos (senso comum e outros) apresentando suas potencialidades e limitações.
- 6) Explicitar as dificuldades que acompanham as novas ideias.
- 7) Mostrar a interação entre experimento, observação e desenvolvimento de novos conceitos.
- 8) Desenvolver o formalismo matemático associado;
- 9) Mostrar a relação Física – especulações filosóficas.
- 10) Fornecer ao estudante elementos que possam ser relacionados com seu dia a dia, buscando dentro do caso estudado, vínculos com o seu cotidiano;
- 11) Resolver os conflitos que foram gerados pelo contexto e encontrar conexões entre ideias e concepções discutidas e demandas atuais.
- 12) Identificar a ideia central, as principais ideias e/ou questões e problemas relacionadas ao tema.
- 13) Identificar as ideias concorrentes ou controvérsias marcantes.
- 14) Identificar os principais personagens relacionados e suas contribuições para os debates.

ANEXO 1

O Martelo e a Pena

Em 1971 durante a missão lunar da nave Apollo XV, um de seus tripulantes, Dave Scott, realizou em solo lunar um experimento intrigante:



Dave Scott segurando uma pena e um martelo

"[...] Bem, na minha mão esquerda tenho uma pena, na minha direita um martelo... e vou deixar cair os duas ao mesmo tempo, esperando que atinjam o solo ao mesmo tempo... Incrível!"

Por incrível que pareça o experimento foi realizado com sucesso!!! Tanto a pena quanto o martelo atingiram o solo no mesmo

instante. Como podemos admitir esse estranho fato! Como um objeto tão "pesado" quanto o martelo leva o mesmo tempo para cair do que uma pena, bem mais leve? Será que se essa mesma experiência for realizada na Terra teremos o mesmo resultado? Se abandonássemos uma esfera de 1,0kg e outra de 0,5 kg de uma altura de 5 metros, chegariam juntas ao solo aqui na Terra? E se as massas dos objetos fossem iguais, como uma folha de papel aberta e outra amassada, faria alguma diferença? Quais as condições para os objetos caíam juntos? O ar atmosférico pode influenciar nos movimentos de queda dos corpos? No caso de grandes quedas, como o salto de um paraquedista, essa influência pode ser desprezada, ou ela não faz diferença? Vamos investigar!

O problema da queda dos corpos não é recente, desde os gregos já haviam especulações bem fundamentadas a respeito do movimento dos corpos. Aristóteles, filósofo grego que viveu no século IV a.C. acreditava que o movimento

dos corpos se dava de duas formas: o "movimento natural" e o "movimento forçado" ou violento...

O movimento natural seria aquele onde o corpo em movimento estaria neste estado em decorrência de estar procurando o seu lugar natural ou lugar de origem. Aristóteles afirmava que todos os corpos que habitavam a Terra eram formados de quatro elementos: terra, água, ar e fogo, sendo que cada um destes estava superposto ao outro. Assim a terra seria o nível mais baixo e logo acima dela estaria a água depois o ar e por ultimo o fogo.

Quando a ordem natural destes elementos por algum motivo entrasse em desordem eles tenderiam a voltar para seu lugar natural, de forma que o elemento que fosse mais abundante no corpo determinaria qual seria o lugar natural deste corpo.

Por exemplo, se abandonássemos um corpo e o mesmo chegasse em queda ao solo, na concepção de Aristóteles, significa que na composição deste corpo há maior quantidade de terra do que dos outros elementos, portanto, deve voltar ao seu lugar natural (aTerra).

A tendência que corpos formados pelo elemento terra buscarem o seu lugar natural, para Aristóteles, era proporcional a massa do corpo. Assim, quanto



Aristóteles 367 a 322 a. C. nasceu em Estagira na Macedônia e morreu aos 62 anos, aos 18 anos mudou-se para Atenas atraído pela academia de Platão onde foi um brilhante aluno e professor de retórica por duas décadas até a morte de seu mestre. Em 335 a. C. Aristóteles fundou sua própria escola o Liceu, ele escreveu 120 obras de onde apenas 40 sobreviveram com destaque para 7. No século IV a. C. na Grécia antiga Aristóteles, desenvolveu uma visão cosmológica em que relacionava ideias hoje discutidas separadamente em diversas áreas do conhecimento como ciências, política, ética, poesia e teologia.

maior a massa, maior sua tendência de retornar ao lugar natural, ou seja, maior sua velocidade de queda. Logo, dois corpos abandonados de uma mesma altura, sendo o primeiro com o dobro da massa do segundo, o mais massivo adquire maior velocidade e chega ao solo mais rapidamente.

Apesar dessas ideias terem sido contestadas na idade média, eram tão bem fundamentadas e construídas dentro de uma lógica tão impecável que foram necessários quase 2000 anos para serem superadas. Associado a isso, a Igreja Católica, em franca ascensão, adotou a doutrina de Aristóteles para explicação da natureza, e sufocou severamente muitas das ideias contrárias, inclusive com condenações a morte.

Para reflexão!

É possível que o progresso da ciência seja afetado por fatores sociais, econômicos, tecnológicos, religiosos e psicológicos? Cite um exemplo do texto e outro de situações atuais.

O movimento uniformemente acelerado foi conceituado por Galileu da seguinte maneira: *“chamo movimento uniformemente acelerado aquele que, partindo do repouso, adquire, em tempos iguais, variações iguais da velocidade”*. Ou seja, a velocidade vai aumentando de acordo com que o tempo vai passando, mas estas variações tanto do tempo como da velocidade são iguais. Porém Galileu acabou por não definir aceleração, mas desenvolveu uma teoria que falava a respeito do assunto, principalmente da queda dos corpos.

Na teoria Galileu descrevia o movimento de queda da seguinte maneira:

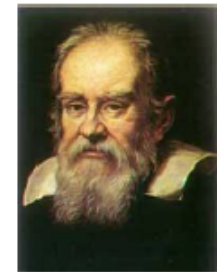
Se um móvel, partindo do repouso, cai com um *movimento uniformemente acelerado*, o espaço por ele percorrido em qualquer tempo está relacionado com o tempo ao quadrado. Por exemplo se abandonarmos um corpo de certa altura H no primeiro segundo ele percorrerá H_1 , já em dois segundos ele

percorrerá $2^2H_1 = 4H_1$, em três segundos cairá $3^2H_1 = 9H_1$, em cinco segundos cairá $5^2H_1 = 25H_1$ e assim por diante.



Portanto, se Galileu conhecesse a altura H_1 , que é a altura de queda no primeiro segundo, assim ele conseguiria calcular a altura de queda em qualquer tempo. A “constante de Galileu” não é o que hoje denominamos de aceleração gravitacional, mas é a “altura da queda no primeiro segundo”.

Galileu não tinha como determinar experimentalmente a “altura da queda no primeiro segundo”. Mas afirmou que esta altura é cerca de quatro cúbitos, ou seja, 2 m. Porém hoje sabe que essa altura não chega nem na metade do que realmente um corpo em queda livre cai no primeiro segundo. Pois sabemos que um corpo cai cerca de 5 m no primeiro segundo. Com isso podemos dizer que



Galileu Galilei nasceu na Itália em Pisa no dia 15 de fevereiro ano de 1564 e morreu em no dia 8 de janeiro de 1642 em Florença . Era considerado como Físico, Astrônomo e Matemático. Viveu a maior parte de sua vida em Pisa e em Florença. Foi um dos primeiros a contestar as ideias de Aristóteles, tanto no que diz respeito ao movimento dos corpos como as concepções cosmogônicas, fatos que contribuíram decisivamente para difusão da idéia de que a Terra não está parada no centro do universo, como acreditava Aristóteles, mas em movimento sobre si mesma e ao redor do Sol (heliocentrismo). Com essas idéias colecionou muitos inimigos, principalmente pessoas ligadas a velha tradição acadêmica e também estudiosos ligados a igreja católica.

Galileu acreditava que a aceleração de queda livre fosse aproximadamente de 4m/s a cada segundo, ou seja, 14,4 km/h a cada segundo.

No modelo para a queda dos corpos elaborado por Galileu ele afirma que no primeiro segundo todos os corpos, independente de suas massas, percorrem o mesmo espaço, desde que o meio não forneça nem um tipo de resistência ao movimento, ou seja, o espaço que o corpo iria se mover seria totalmente vazio de ar, ou seja, no vácuo. Em suas próprias palavras no livro *Diálogo sobre os dois maiores sistemas do mundo*, Galileu escreve “bolas de 1, de 10, de 100 e de 1000 libras atravessarão (em queda livre) o mesmo espaço de 100 almas no mesmo tempo”.

Não sabemos ao certo se Galileu realmente realizou experimentos reais que comprovassem essas idéias, mas é certo que tentou modelar teoricamente muitos fenômenos utilizando algumas experiências de pensamento e descrições matemáticas. Esses experimentos de pensamento podem se caracterizados pela utilização de situações idealizadas, como exemplo o movimento de um corpo no vácuo que na época ainda não era possível, para criar modelos que fosse condizente ao menos parcialmente com o observado no mundo real.

Nesse sentido, tem sido recorrente atribuir a Galileu a famosa experiência da Torre de Pisa (1590), que segundo os relatos deixou cair duas esferas de massas diferentes do alto da torre para comprovar experimentalmente, perante os tradicionais acadêmicos aristotélicos, que seu modelo realmente se aplicava a queda dos corpos, ou seja, os dois corpos atingiriam o solo ao mesmo tempo.

Para reflexão!

- 1) Qual a diferença entre um modelo teórico e o mundo real? Cite trechos do texto. O que pode tornar um modelo consagrado pela comunidade científica?
- 2) Faça uma comparação analítica entre o modelo de Aristóteles para queda dos corpos e o modelo de Galileu.

Essa versão que é muito difundida pela mídia, é considerada um mito, principalmente por Alexandre Koyré, um dos principais estudiosos da obra de Galileu. Segundo ele, se Galileu tivesse feito tal experimento, o teria relatado minuciosamente em suas obras, como era de costume, mas não ocorre. Contudo, o experimento da Torre de Pisa e outros similares foram realmente realizados, mas por outros estudiosos e os resultados são bastante controversos.

Por volta de 1611, Rocca di Savona, contrariando o que previa o modelo de Aristóteles, deixou cair esferas de pesos e materiais diferentes (de cera e de chumbo) e observou que chegaram ao solo no mesmo instante. Esses resultados também foram compartilhados por Nicolau Cabeo, cujas as declarações de que todos os corpos caem com a mesma velocidade intrigaram Vincenzo Ranieri, então professor de matemática da Universidade de Pisa, que logo realizou a experiência na Torre de sua cidade (Torre de Pisa) e observou que as esferas de chumbo maiores chegavam um palmo na frente das menores.

Inicialmente as diferenças observadas foram atribuídas à influência do ar sobre o movimento das esferas, no entanto, era necessário mais evidências experimentais.

De 1640 a 1650 uma série de cuidadosas experiências foram realizadas por diversos estudiosos em Bolonha, na Torre degli Asinelli e verificou-se definitivamente que duas bolas de argila, do mesmo tamanho, das quais uma pesava dez onças, enquanto a outra cheia, pesava vinte onças, chegavam ao solo em momentos diferentes. A mais leve ficava para trás.

Portanto, a afirmação que todos os corpos caem com velocidades iguais, como previa Galileu, somente é válida para um caso abstrato do movimento no vácuo. Aqui na Terra, diferentemente da Lua, a presença do ar oferece uma resistência aos movimentos de queda dos corpos, que apesar de pequena não pode ser desprezível como veremos a seguir.

Para reflexão!

- 1) Porque os cientistas repetem os experimentos? A repetição pode ajudar a salvaguardar a honestidade do cientista? As crenças e concepções dos cientistas podem influenciar em seus resultados? Como o mesmo experimento realizado por cientistas diferentes fornece resultados divergentes? Cite trechos do texto.
- 2) O cientista isolado do resto da sociedade constrói conhecimento? Dê exemplos presentes no texto.
- 3) As ideais ou os instrumentos são mais importantes em ciência? Explique.

Quando falamos em movimento vertical, introduzimos um conceito de aceleração da gravidade, que sempre atua no sentido a aproximar os corpos em relação à superfície.

Relacionando com a 2ª Lei de Newton, se um corpo de massa m , sofre a aceleração da gravidade, quando aplicada a ele o princípio fundamental da dinâmica poderemos dizer que:

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

A esta força, chamamos *Força Peso*, e podemos expressá-la como:

$$\vec{F} = m\vec{g}$$

ou em módulo: $P = mg$

O Peso de um corpo é a força com que a Terra o atrai, podendo ser variável, quando a gravidade variar, ou seja, quando não estamos nas proximidades da Terra.

A influência da resistência do ar no movimento de queda- O paraquedas

No instante que o paraquedista salta, sua velocidade vertical é nula. Como a força peso ainda é bem maior que a resistência do ar, ele será acelerado para baixo,

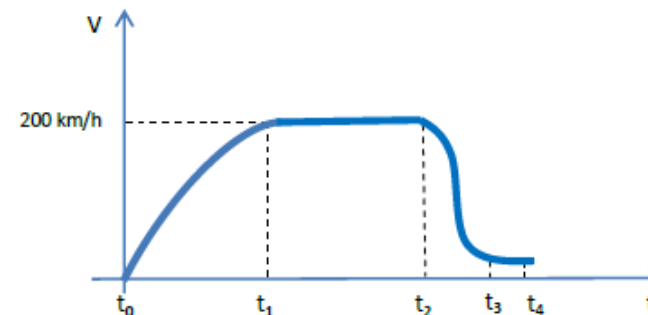
Para determinados movimentos de queda, a força de resistência do ar pode ser desconsiderada. Dois objetos bem densos com massas diferentes abandonados de pequenas alturas sofrerão pouca influência da resistência do ar, como no caso do experimento da Torre de Pisa e de suas variações. No entanto, quando o objeto em queda tem uma grande área de contato com o ar, ou atinge grandes velocidades, a força de resistência não é desprezível. A força de resistência que o ar exerce nos objetos é diretamente proporcional ao formato do corpo e ao quadrado da velocidade do objeto, como indica a relação a seguir:

$$F_{ar} = K \cdot A \cdot v^2$$

Onde o coeficiente "K" depende da forma do objeto e da densidade do fluido, no caso o ar. "A" é a área da seção transversal em contato com o ar e "v²" representa a velocidade do objeto ao quadrado.

Essa relação de dependência, aparentemente simples, é resultado do esforço de muitas mentes que vieram após Aristóteles, Galileu e que foram fortemente influenciados pelos trabalhos que Issac Newton realizou no século XVII. Foram necessários muitas experiências, hipóteses e controvérsias até se chegar a esses resultados.

No caso do salto de um paraquedista essa força precisa ser considerada, pois exerce grande influência sobre o movimento de queda. Veja no gráfico abaixo como a velocidade do paraquedista varia com tempo:



como consequência, sua velocidade vai aumentando e, por outro lado, vai aumentando também a força de resistência do ar, que depende da velocidade.

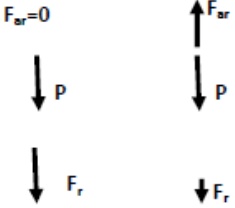
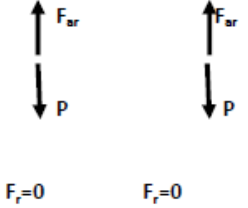
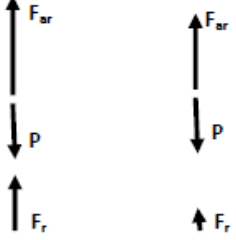
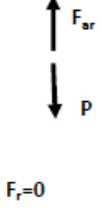
Com isso a força resultante para baixo vai diminuindo, isso pode ser visto entre os instantes t_0 e t_1 . Quando a força de resistência se iguala a força peso, a velocidade para de aumentar, a força resultante torna-se nula, e o paraquedista desloca-se com velocidade constante em torno de 200 km/h, isso pode ser visto entre os instantes t_1 e t_2 . Observe que nesse intervalo há movimento por inércia, pois a força resultante é nula. No instante em que abre-se o paraquedas a força de resistência aumenta brutalmente ficando maior que a força peso (observe que a força resistência depende da área), assim todo o conjunto é desacelerado até atingir uma velocidade em torno de 10km/h. Nesse intervalo que vai de t_2 a t_3 , a força resultante inicialmente é para cima, o que desacelera o conjunto. Como a

velocidade vai diminuindo, a força de resistência do ar também diminui até se igualar novamente com a força peso e manter a velocidade constante em torno de 10km/h que é quando o paraquedista chega ao solo entre os instantes t_3 e t_4 .

Se por uma falta de sorte o paraquedas não abrisse, a velocidade de queda não passaria da faixa dos 200km/h, isso ocorre em virtude da atuação da força de resistência do ar. Para se ter uma ideia, caso um corpo fosse abandonado em queda livre (desprezando a resistência do ar) de um altura de 1000 metros ele chegaria ao chão com uma velocidade em torno de 508 km/h, mas considerando a resistência do ar isso não ocorre.

No quadro abaixo sintetizamos as principais ideias de Aristóteles, Galileu e Newton aplicados ao salto de um paraquedista. Observe a escala crescente de abstração do pensamento aristotélico para o galileano e deste para o newtoniano.

Intervalo de tempo	t_0 a t_1	t_1 a t_2	t_2 a t_3	t_3 a t_4
Aristóteles Concepção substancialista, de causa e efeito simplista, em que os corpos tendem a seu lugar natural em função de sua composição.	O corpo cai em direção a seu lugar natural, a Terra.	O corpo continua caindo em direção a seu lugar natural. Apesar de Aristóteles reconhecer a força de resistência do ar, não concebia o movimento sem uma força atuando no corpo, como interpretado por Newton.	Apesar da grande força de resistência, o corpo continua caindo em direção ao seu lugar natural.	Mesma situação do intervalo de t_1 a t_2 .
Galileu Análise cinemática da queda dos corpos. O lhe interessava era como a velocidade varia em função do tempo.	Aceração positiva, a velocidade aumenta com o tempo. Se não houvesse a resistência do ar, a velocidade seria maior e independeria do formato do objeto, possibilidade reconhecida por Galileu.	A velocidade de queda é reduzida em função da força de resistência do ar. Essa situação de movimento sem força era possível para Galileu, pois foi um dos primeiros a propor a idéia de inércia.	A força de resistência torna-se tamanha que desacelera o conjunto. Com a aceleração é negativa (contrária ao movimento), a velocidade diminui com o passar do tempo.	Como não há variação da velocidade com o passar do tempo, a aceleração é constante igual a zero. O corpo move-se por inércia.

<p>Newton</p> <p>Análise da dinâmica das forças que atuam no sistema, como essas variam no decorrer do tempo e conseqüências na variação da quantidade de movimento do corpo.</p>	<p>A força peso exercida pela Terra atrai o paraquedista, que começa a experimentar a força de resistência do ar a medida que sua velocidade aumenta. A força resultante, inicialmente igual a força peso vai diminuindo gradativamente com o aumento da força de resistência do ar.</p> 	<p>Quando a velocidade chega em torno de 200 km/h a resistência do ar é tamanha que se igual a força peso. Nesse intervalo a força resultante é igual a zero, portanto, não há variação do movimento do corpo. O movimento continua por inércia (1ª Lei de Newton)</p> 	<p>O paraquedas se abre e a força de resistência se torna tão grande que supera a força peso e desacelera o conjunto. Nesse intervalo, a força resultante que é inicialmente para cima, vai diminuindo gradativamente com a diminuição da velocidade.</p> 	<p>Quando a força de resistência do ar se iguala novamente com a força peso, a velocidade do conjunto está em torno de 10km/h. Como a força resultante é nula, o sistema não varia mais sua velocidade. O paraquedista chega ao solo.</p> 
---	--	---	---	---

Referencias:

Fernando Lang da Silveira, Cinemática sem fórmulas?, IF-UFRGS

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA- GREF. Física 1: Mecânica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991.

Koyré, A. Galileu e a Experiência de Pisa- A propósito de uma lenda.

O martelo e a pena, disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=HqcCpwleiu4>. Acesso em: 10/10/2011

ANEXO 2

As Marés...

Você já ouviu alguém falar “a maré tá boa”, querendo dizer que as coisas estão bem? Ou que a “maré não está para peixe” se referido exatamente ao contrário, que as coisas vão mal? Moradores de regiões costeiras ou pescadores poderiam dar um sentido muito diferente a essas expressões, pois o fato do nível do mar variar no decorrer do dia influencia suas atividades de pesca ou de locomoção. Existem regiões que o deslocamento de embarcações só é possível na maré alta, para não correr o risco de encalhamento. Vários problemas práticos de engenharia desenvolvidos em áreas costeiras também levam em consideração informações das posições e de variações das marés, por isso é sempre necessário recorrer as “tábuas de mares”, figura 1. A palavra maré pode significar coisas diferentes em variados contextos, contudo, é sobre a variação do nível da água do mar que queremos dialogar nesse trabalho.



Fig. 1 - Tábua de Marés para a região de Santos-SP

Newton, dentre outros.

Na antiguidade existiam muitas especulações a respeito desse fenômeno. Para esses povos, os oceanos eram habitados por monstros e

A Física na História

divindades que poderiam causar variações no nível da água, tormentas, dentre outros fenômenos. Para Seleuco (365-283 a.C.), um sábio grego que teve a vantagem de viver nas margens do Mar Vermelho, onde as marés são mais amplas, esse fenômeno tinha alguma relação com a Lua. Ele reparou que o período das marés coincidia, com certo atraso, com o período da Lua. Embora essa idéia fosse compartilhada pelos estudiosos da época, nenhuma explicação convincente foi proposta.

Durante o longo período que se estendeu de 400 a.C. à 1600 d.C., praticamente as idéias cosmogônicas aristotélicas dominaram o cenário. Acreditava-se que a Terra era o centro do universo e que todos os outros corpos conhecidos até então, como o sol, a lua, os planetas, giravam em torno dela, que permanecia imóvel no centro, o que caracteriza o que chamamos hoje de Geocentrismo - Terra no centro. No entanto, essas idéias começaram a ganhar novos contornos principalmente a partir dos trabalhos do matemático e astrônomo polonês Nicolau Copérnico (1473 - 1543). Baseado em uma série de dados observacionais acumulados desde os gregos, propôs um novo modelo cosmogônico, mais simples, preciso e alinhado com as observações: o Sol seria o centro do universo e os demais planetas giravam em sua volta - heliocentrismo. Além disso, era previsto um movimento da Lua em torno da Terra, e o movimento de rotação da Terra em torno de seu próprio eixo a cada 24 horas, o que caracterizava a ocorrência dos dias e das noites.

As controvérsias envolvendo os defensores do geocentrismo e heliocentrismo estenderam-se por um longo período e envolveu inclusive a Igreja Católica que passou a perseguir os “copernicanos” que questionavam as ideias aristotélicas.

Como se pode notar, existiam divergências agudas a respeito de como era a configuração de nosso universo e, por incrível que possa parecer, foi exatamente esse embate de ideias que deixou aflorar as primeiras tentativas de explicar o fenômeno das marés.

Galileu Galilei (1554 – 1642), matemático e físico italiano, defendia a concepção heliocêntrica. Ele além de aperfeiçoar o telescópio, foi um dos primeiros a utiliza-lo para observar o “céu”. Em suas minuciosas

observações relatadas em seu livro de 1610, intitulado “*O mensageiro das estrelas*”, ele apresenta, dentre outras coisas, o acidentado relevo lunar e o movimento de quatro luas orbitando Júpiter. Ao extrair como consequências de suas observações evidências a favor do sistema heliocêntrico e da possibilidade da mobilidade da Terra, tornou-se um crítico dedicado ao modelo cosmogônico geocêntrico, bem aceito na época e aperfeiçoado pelo astrônomo e matemático Ptolomeu (83-161 D.C.). Isso rendeu-lhe uma coleção de ataques, principalmente vindo da Igreja Católica e de conservadores professores universitários de teologia, filosofia e até mesmo de matemática. Em 1632 Galileu publicou o mais combativo de seus trabalhos contra a concepção tradicional do saber - “*Diálogo Sobre os dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano*” - escrito na forma de diálogo envolvendo quatro personagens: Simplicio (representando os professores tradicionais defensores do geocentrismo e da física aristotélica), Salviati (é o especialista, expressa a posição de Galileu na defesa do heliocentrismo e da mobilidade da Terra), Sagredo (não especialista, crítico da tradição e entusiasmado pelas novas ideias científicas) e um filósofo peripatético (representando a cultura tradicional e a ciência conservadora, baseados na autoridade). Através do diálogo entre esses personagens em torno de experimentos envolvendo a composição de movimentos e inércia, Galileu questiona os pilares da física aristotélica, sobretudo o da imobilidade da Terra expresso no sistema de Ptolomeu. Como uma possível prova da existência dos movimentos da Terra ele leva em consideração o fluxo e refluxo do mar (marés) em sua explicação.

Essa foi a primeira vez que as marés, um tema de grande interesse na época para as grandes navegações, teve uma explicação científica plausível. Segundo Galileu, as marés tem influência da lua e do sol, mas é principalmente o resultado da combinação dos movimentos de rotação e translação da Terra. Veja como Salviati argumenta nesse sentido:

“Afirmo, portanto, que três são os períodos que se observam nos fluxos e refluxos das águas marinhas. O primeiro e principal é este grande e conhecidíssimo, ou seja, o diurno, segundo o qual com intervalos de algumas horas as águas sobem e baixam; e esses intervalos são no Mediterrâneo, na

A Física na História

sua maior parte, de aproximadamente 6 em 6 horas, ou seja, durante 6 horas as águas sobem e em outras 6 horas baixam. O segundo período é mensal, e parece ter origem no movimento da Lua; não que ela introduza outros movimentos, mas somente altera a grandeza dos já mencionados, com notável diferença conforme seja cheia, nova ou esteja em quadratura com o Sol. O terceiro período é anual, e mostra depender do Sol, alterando tão somente os movimentos diurnos, ao fazê-los, nos solstícios, diferentes quanto a grandeza do que são nos equinócios. [...] Ora, somente estes efeitos verdadeiros e certos (as marés), quando outra coisa não se visse,

parecem-me que muito provavelmente persuadem qualquer um que queira ficar dentro dos limites naturais, a admitir a mobilidade da Terra; porque manter imóvel o vaso do Mediterrâneo, e fazer que a água, que nele está contida, faça o que faz, supera a minha imaginação e talvez aquela de qualquer outro que queira penetrar até o cerne de tal especulação”

A figura 2 representa a explicação dada por Galileu para as marés. No ponto A, soma das velocidades de rotação e translação, a Terra acelera movendo-se mais rápido do que as águas, que ficaria para trás produzindo aí uma maré baixa. Já no ponto B, a diferença das velocidades

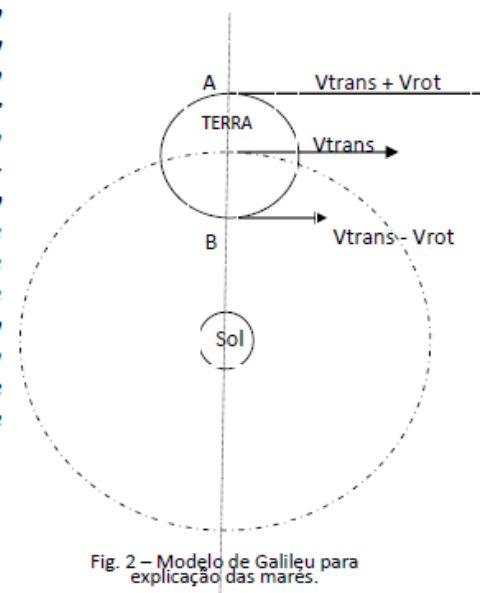


Fig. 2 – Modelo de Galileu para explicação das marés.

de rotação e translação, a Terra desacelera movendo-se mais lentamente do que as águas, fato que explicaria uma maré alta.

Apesar da engenhosidade, o modelo proposto por Galileu não estava em conformidade com as observações - ocorrência de duas marés altas e duas baixas em intervalos de 6 horas. Ele previa apenas uma maré alta e uma baixa por dia e sempre meia-noite e meio dia, em um intervalo de 12 horas. O que ele não sabia, em sua época, é que a velocidade de rotação da Terra é cerca de 1% da velocidade de translação, isto é, a velocidade de rotação é muito pequena quando comparada com a velocidade de translação, assim, a composição das duas velocidades com intensidades tão distintas uma da outra não poderia ser a causa de um fenômeno tão intenso quanto o das marés. Defender as idéias copernicanas da mobilidade da terra rendeu a Galileu, em 1633, uma pena de prisão domiciliar imposta pelo Santo Ofício.

Para reflexão...

- 1) Os cientistas e suas teorias científicas estão sempre corretas? Será que devemos confiar cegamente neles? Cite exemplos atuais para justificar sua resposta.
- 2) Qual a relação do embate geocentrismo x heliocentrismo com os fenômenos das marés?

A verdade é que o fenômeno das marés só foi explicado convincentemente com a teoria de Isaac Newton (1642 – 1727), exposta em um conjunto de três livros conhecidos como Principia ou Princípios Matemáticos de Filosofia Natural (o primeiro publicado em 1687, e os outros dois em 1713 e 1726). Neste trabalho, Newton defendeu e apresentou ao mundo as suas três leis fundamentais a respeito da dinâmica do movimento, que produziu uma verdadeira revolução na Física da época (revolução já iniciada por Galileu), ao quebrar definitivamente um ciclo de mais de dois milênios, fundindo Astronomia e Mecânica, que antes eram consideradas ciências distintas.

A Física na História

Dentro da concepção newtoniana o principal motivo da ocorrência das marés é à diferença na atração gravitacional entre a Lua e os diferentes lados da Terra, pois a força gravitacional de todos os corpos, segundo Newton, é inversamente proporcional ao quadrado da distância, como indica a equação a seguir:

$$F \propto \frac{1}{D^2}$$

É importante ressaltar que o termo D, na equação, é a distância entre os centros de massa dos objetos. Note que na figura 3 um corpo que normalmente pesa 1 N sobre a superfície da Terra (distância d), a uma distância duas vezes maior do centro da Terra (distância 2d) pesará $\frac{1}{4}$ N e três vezes maior (distância 3d) pesará $\frac{1}{9}$ N, ou seja, quanto maior for a distância em relação ao centro da Terra, menor será o peso do corpo.

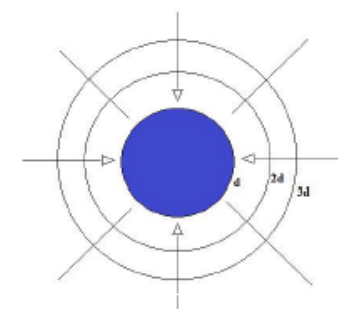


Fig. 3 – Representação da variação da força gravitacional com a distância.

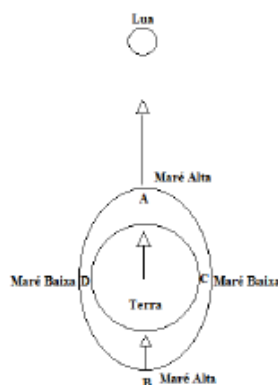
Para compreendermos melhor a por que a diferença na atração gravitacional exercida pela Lua sobre os lados opostos da Terra produz as marés, imaginemos uma bola feita de um material gelatinoso, como um gel. Se você exercer a mesma força sobre cada parte da bola, ela se manterá com forma esférica enquanto acelera. Mas se você puxar mais fortemente um lado do que o outro existiria diferença entre as acelerações adquiridas e a bola iria ficar alongada. Isso é exatamente o que ocorre com o nosso planeta. O lado mais próximo à Lua é atraído com uma força maior e adquire uma aceleração maior do que a do lado que está mais afastado,

assim a massa de água oceânica que está sobre a Terra adquire uma forma achatada, como indicada na figura 4.



Figura 4. Uma bola de material gelatinoso mantém-se esférica quando todas as suas partes são igualmente atraídas na mesma direção. Quando um lado é traído mais do que o outro sua forma torna-se alongada.

Como consequência disso, conforme a figura 5, no meio dia lunar quando a Lua está situada verticalmente sobre nossas cabeças, ela atrai mais intensamente as águas na parte superior da Terra, do que o próprio planeta Terra, produzindo uma maré alta. Já com relação às águas do mar da parte de baixo da Terra, é o nosso planeta que é mais atraído do que as águas, deixando-as para baixo, ocorrendo também uma maré alta. Como as águas se movimentam simultaneamente para o ponto A e para o ponto B, nos pontos C e D, representados na figura, ocorrerão marés baixas. Se o campo gravitacional produzido pela Lua fosse uniforme em todos os pontos da Terra, não existiriam as marés.



Mas se a força gravitacional produzida pela Lua é tão intensa a ponto de provocar essa deformação nos mares e oceanos, então por que não sentimos essa força. Newton procura responder essa questão no terceiro

A Física na História

livro do *Principia* intitulado de “O Sistema do Mundo” da seguinte maneira:

“Como a força da Lua para mover o mar está para a força da gravidade assim como 1 para 2.871.400, é evidente que esta força é desprezível em experiências estáticas ou hidrostáticas, ou mesmo nas de pêndulos. É apenas nas marés que esta força se manifesta perceptivelmente.”

Newton quer dizer que a força da gravidade produzida pela Lua quando comparada a força da gravidade, produzida pela Terra, a qual estamos submetidos se torna desprezível, pois sua intensidade é muito pequena sobre nossos corpos a ponto de provocar algum efeito.

Outra preocupação de Newton foi procurar resposta para o fato de a Lua exercer muito mais efeito de maré sobre os oceanos da Terra do que o Sol. O Sol tem uma massa incomparavelmente maior do que a da Lua e por isso exerce sobre a Terra uma força de atração gravitacional cerca de 180 vezes mais intensa do que a exercida pela Lua. No entanto, na pequena parcela ocupada pela Terra no imenso campo gravitacional do Sol, o campo é muito mais uniforme do que na parcela do campo gravitacional da Lua, que está sendo ocupada pela Terra. Como ilustrado nas figuras 6 e 7.

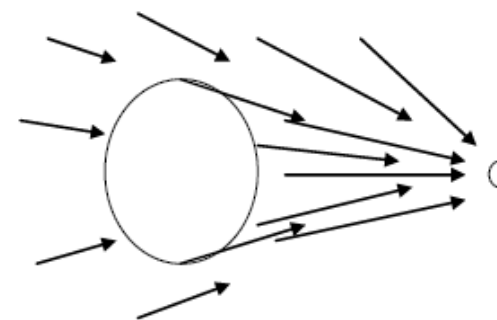


Figura 6. Configuração do campo gravitacional da Lua

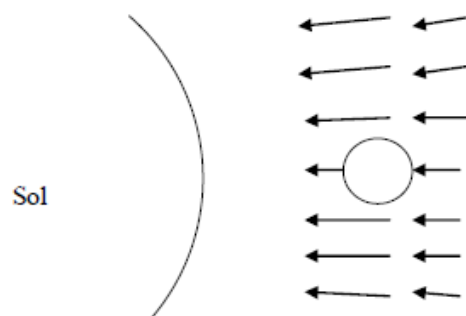


Figura 7. Configuração do campo gravitacional do Sol

Ou seja, a força gravitacional produzida pelo Sol é quase a mesma em todos os pontos da Terra, a diferença desta força entre os extremos e o centro da Terra não é grande o suficiente para produzir uma deformação considerável nos mares, de fato, ela produz uma maré nos oceanos, mas não tão intensa quanto a da Lua. No trecho abaixo, retirado do *Principia*, Newton nos dá uma idéia da parte da maré que é produzida pelo Sol e da parte que é produzida pela Lua. **Explicar pé**

“Como as águas atraídas pela força do Sol sobem à altura de 1 pé e 11 polegadas, a força da Lua irá subir as mesmas à altura de 8 pés e 7 polegadas, e as forças conjuntas de ambos vão subir as mesmas à altura de 10 pés, e quando a Lua está em seu perigeu, à altura de 12 pés, e mais, especialmente quando o vento sopra na mesma direção que a maré”.

Como podemos ver, enquanto a força gravitacional produzida pela Lua levanta as águas em 8 pés, a força gravitacional produzida pelo Sol levanta apenas 1 pé, devido o campo gravitacional do Sol ser quase

A Física na História

uniforme na região ocupada pela Terra. Uma situação quase semelhante ocorre em nosso corpo, já que estamos imersos no campo gravitacional produzido pela Terra. Uma diferença entre a força gravitacional em nossos pés e a força gravitacional em nossas cabeças poderia produzir uma deformação em nosso corpo, no entanto, no espaço ocupado por um corpo pequeno como o nosso, o campo gravitacional da Terra em que estamos mergulhados é aproximadamente uniforme. Isso faz com que todos os pontos de nosso corpo fiquem sujeitos a mesma força gravitacional, tornando a deformação inexistente.

Para reflexão...

- 3) Analise a afirmação e justifique sua resposta “o conhecimento científico geralmente é produzido independentemente por grandes cérebros”
- 4) O modelo para os fenômenos das marés proposto por Newton e Galileu eram passíveis de provas experimentais?
- 5) O que é um modelo? No que o modelo de Newton superava o de Galileu?

Hoje sabemos que além das marés produzidas nas águas do mar, existem as marés na Terra e na Atmosfera, pois as forças gravitacionais a partir da Lua e do Sol produzem marés na crosta Terrestre assim como nos oceanos. A Terra não é um sólido rígido; em sua maior parte, é rocha fundida coberta por uma crosta fina, sólida e flexível. Por isso, duas vezes a cada dia a superfície da Terra é elevada e abaixada em até um quarto de metro. Como resultado disso, terremotos e erupções vulcânicas têm probabilidade um pouco maior de ocorrência quando a Terra está mais próxima da Lua.

Para reflexão...

- 6) O Sol ou a Lua exerce mais influência sobre as marés? Justifique.
- 7) A força gravitacional de um planeta do nosso sistema solar pode exercer influência sobre nosso planeta? E sobre nosso corpo? Debata isso com seu grupo.

Um aproveitamento bastante interessante do Fenômeno das Marés é a utilização de seu potencial energético para a geração de eletricidade. As chamadas Usinas de Maremotriz, ver figura abaixo, convertem a energia mecânica, proveniente da grande massa de água posta em movimento pela força da gravidade lunar, em energia elétrica. Trata-se de uma obra complexa de Engenharia eletromecânica e hidráulica. Constrói-se uma barragem, formando-se um reservatório junto ao mar. Quando a maré sobe, a água enche o reservatório, passando através de uma turbina hidráulica, tipo bulbo (horizontal), produzindo assim energia elétrica. Quando a maré baixa, o reservatório é esvaziado e a água que sai passa novamente através



da turbina, agora em sentido contrário, produzindo novamente energia elétrica. Este tipo de fonte já é usada no Japão, na França e na Inglaterra. A primeira usina maremotriz construída no mundo para geração de eletricidade foi a de *La Rance* na França, em 1963.

A Física na História

Referências

Esse texto foi produzido tomando como referência as seguintes obras e sites:

- <http://www.apolo11.com/mare.php?local=04&menu=efem>, acesso em 10 de outubro de 2011;
- HEWITT, Paul G. Física Conceitual, 9ª Edição. City College de San Francisco: Bookman, 2002;
- ROCHA, José Fernando M. (Organizador). Origens e Evolução das Idéias da Física. Salvador: Editora UFBA, 2002;
- As muitas mares; Google
- Newton, Isaac. Principios matemáticos de filosofia natural, livro II e III. Tradução de André Kock Torres Assis. São Paulo: EDUSP, 2008.
- Newton, Isaac. O sistema do mundo, Tradução de Fábio Duarte Joly. São Paulo: EDUSP, 2008.