


UNESP  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS

Olga Lucía Castiblanco Abril

**UMA ESTRUTURAÇÃO PARA O ENSINO DE DIDÁTICA DA
FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES:
CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA NA ÁREA**

**Bauru
2013**

Olga Lucía Castiblanco Abril

UMA ESTRUTURAÇÃO PARA O ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA NA
ÁREA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Bauru, como um dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência - Área de concentração: Ensino de Ciências, sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Nardi.

Bauru
2013

Castiblanco, Olga L.

Uma estruturação para o Ensino de Didática da Física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área. / Olga Lucía Castiblanco Abril, 2013.

275f.

Orientador: Roberto Nardi

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2013.

1. Ensino de Didática da Física. 2. Formação de professores de Física. 3. Ensino de ciências. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Olga Lucía Castiblanco Abril

UMA ESTRUTURAÇÃO PARA O ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA NA ÁREA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Prof. Roberto Nardi.

Banca Examinadora:

Presidente: Prof. Dr. Roberto Nardi
Instituição: UNESP / Câmpus de Bauru

Titular: Profa. Dra. Beatriz Salemm Corrêa Cortela
Instituição: UNESP / Câmpus de Bauru

Titular: Prof. Dr. Carlos Eduardo Laburú
Instituição: Departamento de Física – UEL

Titular: Prof. Dr. Fernando Bastos
Instituição: UNESP / Câmpus de Bauru


Titular: Profa. Dra. Odete Pacubi Baierl Teixeira
Instituição: UNESP / Câmpus de Guaratinguetá

Bauru, 24 de Junho de 2013.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE OLGA LUCIA CASTIBLANCO ABRIL, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

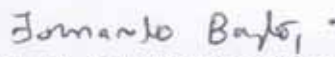
Aos 24 dias do mês de junho do ano de 2013, às 08:30 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia de Guaratingueta, Profa. Dra. BEATRIZ SALEMME CORRÊA CORTELA do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Prof. Dr. CARLOS EDUARDO LABURÚ do(a) Departamento de Física/Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Prof. Dr. FERNANDO BASTOS do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de OLGA LUCIA CASTIBLANCO ABRIL, intitulada "Uma Estruturação para o Ensino de Didática da Física na Formação Inicial de Professores: contribuições da pesquisa na área.". Após a exposição, a discente foi arguida 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.


Prof. Dr. ROBERTO NARDI


Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA


Profa. Dra. BEATRIZ SALEMME CORRÊA CORTELA


Prof. Dr. CARLOS EDUARDO LABURÚ


Prof. Dr. FERNANDO BASTOS

Dedico este trabalho

Aos meus pais, Maria e José (in memoriam)

*Ao Diego, meu esposo, par acadêmico, parceiro de
trabalho e camarada de aventuras.*

*Às minhas filhas Zulma e Belen, por serem minha
inspiração permanente.*

*À minha família, que sempre me acompanhou e deu
força, mesmo a distância.*

*Ao professor Roberto Nardi, por me contagiar pela sua
forma de pensar, sempre aberta a novas opções.*

AGRADECIMENTOS

A realização do meu Doutorado não é uma conquista somente minha, é compartilhada com muitas pessoas que contribuíram durante o processo nos planos econômico, logístico, acadêmico, pessoal e moral. Quero expressar um agradecimento sincero a todas estas pessoas e, mais do que um agradecimento, quero lhes dizer que são parte ativa da produção deste trabalho.

Vou começar por reconhecer a valiosa oportunidade que me foi dada pela Embaixada do Brasil em Bogotá, já que por meio do programa estudante, convenio PEC-PG, pude me candidatar e obter a bolsa, que me deu o sustento econômico durante este período, através da CAPES, oportunidade que não poderia ter aproveitado sem a existência do convênio entre o programa de Pós-Graduação da UNESP-Bauru no Brasil e a Universidade Pedagógica Nacional na Colômbia. Da mesma forma, agradeço ao Programa de Pós-graduação e seus funcionários, sempre atentos as solicitações e documentos. Obrigada à Denise, à Andressa e à Gethiely pela eficiência, dedicação e cortesia.

No plano acadêmico quero dizer ao professor Nardi, que sempre estarei agradecida por sua acolhida e orientação neste caminhar pelo mundo da pesquisa em ensino de ciências, tanto pelo tempo que me dedicou nas reuniões de orientação, enriquecendo e aperfeiçoando meus interesses de pesquisa e minhas formas de abordar a pesquisa, quanto com a integração ao seu grupo de pesquisa, pois foi neste ambiente que as ideias foram se definindo, até obter esta tese que agora defendo, assim como a disposição para me permitir compartilhar suas aulas na graduação. Mas, além disso, fico muito grata por sua disposição atenta em contribuir com o meu bem-estar, nesta estada no Brasil.

Quero agradecer aos colegas do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências que, em diferentes momentos, compartilharam discussões acadêmicas que sempre me fizeram voltar para casa com mais dúvidas do que respostas. Muitas vezes tive que rever meus dados e minhas ideias, como resultado das ricas reflexões e discussões do grupo. Agradeço, de maneira muito especial a leitura de partes da tese, à Andrea, Sergio, Sandra, Gustavo, Beatriz, Adriano, Rodolfo e todos os demais integrantes que, em um ou outro momento, compartilharam ideias no grupo. Agradeço também de forma especial ao Gustavo, por ter aberto as portas de suas aulas para eu desenvolver meu Estágio Supervisionado.

Também quero agradecer aos licenciandos das disciplinas que acompanhei, que contribuíram sobremaneira para testarmos a proposta de Didática que embasa esta tese.

Obrigada por me permitirem aprender com vocês. Sempre vou lembrar e falar de vocês quando tiver que relatar esta pesquisa, pois são sujeitos ativos na produção destes resultados e representam para mim, todos os licenciandos que eu gostaria de poder ensinar a amar e curtir a profissão de professores de Física. Desejo a todos, o melhor em seus futuros profissionais.

Não posso deixar de agradecer ao grupo dos quinze pesquisadores brasileiros em Ensino de Física, cujos nomes tiveram que permanecer no anonimato, que me responderam o questionário, com o qual foi possível mapear concepções sobre os objetos de estudo deste campo de pesquisa. Aprendi muito, não só com suas respostas, mas também com suas produções acadêmicas.

No plano logístico e moral, agradeço ao Jairo Gonçalves e sua esposa Lorena, por me auxiliarem no cuidado com minhas filhas, em minhas ausências necessárias para me dedicar aos estudos que esta tese exigira. Também aos colegas da pós, que compartilharam a experiência de ser pais e estudar simultaneamente.

Finalmente, quero agradecer aos professores que constituíram a banca examinadora desta tese. Foram definitivas e muito importantes as observações que enriqueceram o trabalho, ao discutir com profundidade aspectos que se mostravam confusos ou incompletos na apresentação deste, levando a modificações estruturais, de conteúdo, de apresentação e também conseguindo que eu ganhasse autoconfiança para expressar minhas ideias.

CASTIBLANCO, Olga Lucía. **Uma estruturação para o ensino de didática da física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área.** 2013. 275f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2013.

RESUMO

O objetivo central desta tese é contribuir para a construção de caminhos que permitam compreender melhor a natureza do Ensino da Didática da Física na formação inicial de professores. Para tanto, trabalhamos em torno do problema “*como devem ser estruturados objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física na formação inicial de professores, com o objetivo de garantir coerência entre o que se faz em sala de aula e o que se pretende ensinar?*” Este problema foi desdobrado em duas questões de pesquisa. A primeira, indaga pela ligação que pode existir entre as propostas da literatura, os objetos de estudo de pesquisadores do Ensino da Física, a função que a Didática da Física tem nas estruturas curriculares de formação de professores e as expectativas dos licenciandos sobre o aprendizado neste campo. A segunda, indaga pelas possibilidades de levar à prática uma proposta de estrutura teórica do Ensino de Didática da Física, elaborada com base nos resultados da primeira questão.

A perspectiva metodológica para abordagem das questões deste estudo é de pesquisa qualitativa em educação, com características de pesquisa-intervenção, onde utilizamos técnicas de constituição de dados como a observação, o questionário e a construção de textos, a partir da intervenção em sala de aula. Os dados foram analisados por meio de metodologias da análise de conteúdo e análise textual discursiva. Como resultado da pesquisa, conseguimos propor três dimensões que permitem estruturar o Ensino da Didática da Física, organizando, de forma coesa, objetivos, conteúdos e metodologias de ensino. Esta proposta foi elaborada teoricamente e reformulada, à medida que foram desenvolvidas e analisadas as práticas pedagógicas.

Essas dimensões foram denominadas: *Dimensão Física*, *Dimensão Sociocultural* e *Dimensão Técnica*. Na primeira, privilegiam-se exercícios do tipo metacognitivo, objetivando levar o licenciando ao (re)conhecimento de seu saber de Física; na segunda, privilegiam-se exercícios que propiciem a crítica reflexiva sobre o que significa tratar conteúdos da Física em âmbitos educacionais; na terceira, privilegiam-se exercícios teórico práticos que permitam analisar as possibilidades e limitações reais de recursos de apoio, visando orientá-los em maneiras de enriquecer a interação em sala de aula.

Palavras-chave: Ensino de Didática da Física. Formação de professores de Física. Ensino de Ciências.

CASTIBLANCO, Olga Lucía. **Uma estruturação para o ensino de didática da física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área.** 2013. 275f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2013.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to contribute to building ways that allow understand better the nature of the Didactics of Physics education in undergraduate courses. To this end, we work around of the problem “*under what criteria we can organize an ensemble of contents and methodologies to be taught in an initial training teachers program, in Didactics of Physics, based on research results in the area?*” This problem was split into two research questions; the first one, asks about possible connections between literature proposals, objects of study considered by researchers in physics teaching, the role of Didactics of Physics on curricular structures for teacher training and, the students expectations about what to learn in Didactics of Physics. The second one asks about real possibilities into the practice of training teachers from a theoretical framework proposal for teaching Didactics of Physics.

The perspective from which we approach this study is qualitative research in education, with characteristics of intervention-research. We use techniques to constitution data, such as: observation, survey and construction of texts from interventions into the classroom. Data were analyzed using methods of content analysis and discursive textual analysis. As a result of the research we proposed three dimensions that allow to structure of Didactics of Physics education, organized coherently: objectives, contents and teaching methodologies. This proposal was elaborated theoretically and reformulated as they would be developing and analyzing lessons practices.

These dimensions were called: *Physical Dimension*, *Sociocultural Dimension* and *Technical Dimension*. The first one, focuses on metacognitive exercises, in order to conduce the future teacher to the (re) cognition of their own knowledge about Physics; the second one, focuses on exercises to foster critical reflexive around what it means to treat contents of Physics in educational contexts; and the third one focuses on theoretical practical exercises that allow to analyze real possibilities and limitations of support resources, in order to guide future physics teachers in ways to enrich interaction in the classroom.

Keywords: Didactics of Physics Education. Physics teachers education. Science Teaching.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Alguns autores que fundamentam as perspectivas de “pedagogia crítica”, “prática reflexiva”, “professor pesquisador” e “professor profissional” na formação de professores...24	24
Quadro 2- Síntese das ideias expostas pelos autores com relação à formação inicial de professores, a relação entre pesquisa e docência e uma perspectiva sobre a Didática das ciências.35	35
Quadro 3– Esboço da organização de conteúdos para o Ensino de Didática da Física, a partir de uma possível ligação entre diferentes campos do saber67	67
Quadro 4– Estrutura da primeira parte do curso com relação à Dimensão Física, contendo: Objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação91	91
Quadro 5 - Estrutura da segunda parte do curso com relação à Dimensão sociocultural, contendo: objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação92	92
Quadro 6- Estrutura da terceira parte do curso com relação à Dimensão técnica, contendo: objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação93	93
Quadro 7- Problemas detectados pelos licenciandos, em situações extraídas dos artigos, em quatro contextos educacionais diferentes 109	109
Quadro 8- Saberes que os licenciandos consideram que precisariam ter para resolver os problemas detectados no exercício anterior..... 109	109
Quadro 9- Informação básica do uso do software “Audacity” 131	131
Quadro 10- Informação Básica do software “Star Quiz” 135	135

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Linha do tempo das visões de Natureza da Luz..... 100	100
Gráfico 2- Exemplo de gráfico obtido com o software Geogebra, para três pêndulos de igual comprimento e soltos a partir de diferentes ângulos 134	134

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição dos alunos na dinâmica do relógio. Os símbolos A_1 , A_2 , etc., representam cada um dos alunos85	85
Figura 2- O elevador de Einstein..... 123	123
Figura 3- Discos de Newton elaborados manualmente 124	124
Figura 4- Montagem experimental do Pêndulo Simples 124	124
Figura 5- Trator Mecânico..... 125	125
Figura 6- Materiais para montagem das práticas experimentais sobre: Disco de Newton, Pêndulo Simples e Trator Mecânico..... 125	125
Figura 7 - Fotografias retiradas do vídeo, produzindo som por meio de sopro, corda e percussão 132	132
Figura 8- Exemplo de fotografia estroboscópica da queda de uma bola, obtida por meio do software 133	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Intensidade de aspectos apresentados por um grupo de seis licenciandos, em cada um dos perfis epistemológicos do conceito de tempo	104
Tabela 2 - Caracterização dos sistemas físicos para cada experimento, por parte dos licenciandos	127
Tabela 3- Ficha com lista de tecnologias da informação e comunicação apresentando a quantidade de estudantes que indicam cada recurso como apropriado para cada um dos âmbitos educacionais.....	129
Tabela 4- Porcentagem de aulas nas quais os licenciandos participaram.....	143
Tabela 5- Notas finais obtidas pelos licenciandos na disciplina de Didática da Física.....	152

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - OS “OBJETOS DE ESTUDO” DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, SEGUNDO PESQUISADORES BRASILEIROS	171
APÊNDICE B- A PRESENÇA DA DIDÁTICA DA FÍSICA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA	188
APÊNDICE C- PERCEPÇÕES E EXPECTATIVAS DE UM GRUPO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA SOBRE A APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	198
APÊNDICE D- ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNESP-Bauru.	208
APÊNDICE E- QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES	209
APÊNDICE F- LINHAS DE PESQUISA DECLARADAS PELOS PESQUISADORES ...	211
APÊNDICE G - FAMÍLIAS DE CATEGORIAS DE PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS DOS PESQUISADORES	213
APÊNDICE H - FICHA DESCRITIVA DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA E AS DISCIPLINAS DE “METODOLOGIA E PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA III e IV”	230
APÊNDICE I - PLANOS DE AULA DA PROPOSTA DE CURSO DE DIDÁTICA DA FÍSICA.....	231
APÊNDICE J - LISTA DOS ARTIGOS SOBRE ENSINO DE FÍSICA PUBLICADOS POR PESQUISADORES BRASILEIROS NA ÚLTIMA DÉCADA	268

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA AUTORA	14
INTRODUÇÃO	16
1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	20
1.1. OS SENTIDOS DA REFLEXÃO A PARTIR DE DIVERSAS PERSPECTIVAS.....	22
1.2. POSICIONANDO-NOS COMO PROFESSORES PESQUISADORES DO ENSINO UNIVERSITÁRIO	25
2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E SUA RELAÇÃO COM A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS	29
2.1. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS NO ÂMBITO INTERNACIONAL.....	31
2.1.1. <i>Questões de pesquisa da área</i>	36
2.1.2. <i>Enquadramento Teórico</i>	37
2.1.3. <i>Metodologias de pesquisa</i>	38
3. PROBLEMÁTICAS SOBRE O ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA	40
3.1. ENTENDENDO A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA	41
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	48
4.1. PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA.....	48
4.2. FONTES DE INFORMAÇÃO E INSTRUMENTOS DE PESQUISA.....	50
4.3. NATUREZA DA PESQUISA.....	51
4.4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA PARA A CONSTITUIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.....	53
4.4.1 <i>Pesquisa qualitativa</i>	53
4.4.2. <i>Pesquisa qualitativa em educação</i>	54
4.4.3. <i>Pesquisa-intervenção</i>	54
4.4.4. <i>Análise de conteúdo</i>	56
4.4.5. <i>Análise textual discursiva</i>	56
5. PROPOSTA DE DIMENSÕES DO ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA	58
5.1. TRÊS ESTUDOS VISANDO SUBSIDIAR O PLANEJAMENTO DO ENSINO DA DIDÁTICA DA FÍSICA	59
5.1.1. <i>Colocações dos pesquisadores brasileiros em Ensino de Física</i>	59
5.1.2. <i>Características da presença de disciplinas de Didática da Física em currículos de Licenciatura em Física do Brasil</i>	60
5.1.3. <i>Percepções e expectativas de um grupo de estudantes de Licenciatura com relação a sua aprendizagem para o ensino de Física</i>	61
5.2. CONSOLIDAÇÃO DE POSSÍVEIS OBJETIVOS, CONTEÚDOS E METODOLOGIAS PARA O ENSINO DA DIDÁTICA DA FÍSICA.....	62
5.2.1. <i>Quais os objetivos de ensinar a Didática da Física na formação inicial de professores?</i>	63
5.2.2. <i>Que tipos de conteúdos podem ser ensinados para formar em Didática da Física?</i>	65
5.2.3. <i>Quais metodologias podem ser mais coerentes com os objetivos e os conteúdos propostos para o Ensino da Didática da Física?</i>	69
5.3. DIMENSÕES DO ENSINO DA DIDÁTICA DA FÍSICA COMO EIXOS ARTICULADORES DE OBJETIVOS, CONTEÚDOS E METODOLOGIAS.....	70
5.3.1. <i>Dimensão Física</i>	73

5.3.2. Dimensão Sociocultural	74
5.3.3. Dimensão Técnica	76
6. ORGANIZANDO UM CURSO DE DIDÁTICA DA FÍSICA A PARTIR DAS DIMENSÕES PROPOSTAS	78
6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A ESTRUTURAÇÃO DO CURSO	78
6.1.1 Sobre os objetivos	79
6.1.2. Sobre a consideração de resultados de pesquisa da área na organização dos conteúdos	80
6.1.3. Sobre a definição de metodologias em procura da coerência com os objetivos e conteúdos	81
6.1.4. Sobre a avaliação do desempenho dos licenciandos e constituição de dados a serem analisados.....	86
6.2. PERSPECTIVA DE DESENVOLVIMENTO DAS TRÊS DIMENSÕES E ESTRUTURA GERAL DO CURSO.....	87
7. ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	94
7.1. SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES NA DIMENSÃO FÍSICA	94
7.1.1 Caracterização da Didática da Física.....	94
7.1.2 História e Filosofia na (re)construção do conhecimento da Física	96
7.1.3. Epistemologia como auxílio em exercícios metacognitivos.....	102
7.2. ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES NA DIMENSÃO SOCIOCULTURAL	108
7.2.1. O ensino da Física em realidades diferenciadas.....	108
7.2.2. Refletindo respeito da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade.....	111
7.2.3. O professor reflexivo e autônomo.....	115
7.3. ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES NA DIMENSÃO TÉCNICA	122
7.3.1. Usos da experimentação.....	122
7.3.2. Usos de Tecnologias da Informação e Comunicação.....	128
7.3.3. Usos de material bibliográfico.....	136
7.4. AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA POR PARTE DOS LICENCIANDOS	142
7.4.1. Aspectos considerados como positivos pelos licenciandos.....	143
7.4.2. Aspectos a ser melhorados, segundo os licenciandos	147
CONSIDERAÇÕES FINAIS	154
REFERÊNCIAS.....	161
APÊNDICES.....	170

APRESENTAÇÃO DA AUTORA

No ano de 1996, iniciei minha atuação profissional como egressa do programa de Licenciatura em Física da Universidade Distrital Francisco José de Caldas, depois de ter desenvolvido a monografia intitulada “O vácuo e sua medição”, uma proposta de ensino dos conceitos de “pressão” e “vácuo”, a partir da construção de uma máquina caseira de vácuo. Trabalhei durante dois anos no ensino particular e durante dez anos na rede pública de ensino da cidade de Bogotá - Colômbia, em escolas do nível médio, por vezes alternando com ensino de matemática em diversos níveis. Nos dois últimos anos deste período, atuei como coordenadora de um colégio público e, simultaneamente, como docente universitária. A partir de 2007, dediquei-me, exclusivamente, ao ensino da Física e da Didática da Física no ensino superior, alternando com a pesquisa na área de ensino.

Logo no começo da minha carreira profissional, entendi quanto eu gostava de lecionar. Gostava de sentir que era possível orientar os alunos no desenvolvimento de suas ideias e ver como eles iam elaborando outras formas de pensar. Mas, foi também nesse momento que entendi como era complexo esse processo e quanto eu precisava estudar e pesquisar para obter resultados que me deixassem algum nível de satisfação. Esta inquietação levou-me a desenvolver várias tentativas de inovação em sala de aula, todas elas de forma intuitiva; algumas vezes tive avanços, outras vezes, fracassos. Foi assim que, no ano de 1998, optei por me inscrever no Programa de Mestrado em Docência da Física da Universidade Pedagógica Nacional, que concluí em 2003, desenvolvendo a dissertação intitulada “Uma proposta pedagógica a propósito de Dirac”; trabalho de caráter histórico e epistemológico da obra de Dirac, visando contribuir para o ensino da Física moderna. Parte deste trabalho foi desenvolvido durante um estágio de pesquisa na Universidade de Buenos Aires, Argentina.

Durante o Mestrado, foi-se ampliando minha compreensão do que é ensinar e aprender Física e dos múltiplos conhecimentos que são necessários para desenvolver projetos em sala de aula. Ampliei e aprofundei referenciais teóricos que me permitiram ir aperfeiçoando os métodos de intervenção em sala de aula. Finalizando o mestrado, tive a oportunidade de iniciar minha carreira profissional na educação universitária. Atuei como professora na Universidade Pedagógica Nacional em disciplinas da Licenciatura em Física e depois como docente de tempo integral da Universidade Livre de Colômbia em disciplinas de Física nos cursos de engenharia. Finalmente fui contratada como docente de tempo integral da

Universidade Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, atuando nas disciplinas de Didática da Física, História e Epistemologia da Física, para o curso de Licenciatura em Física.

Na passagem por estas universidades, foram muitas as inquietações que surgiram acerca de como ensinar a Física e ainda muitos os problemas a respeito de como ensinar a ensinar Física. Foi esta uma das razões pelas quais no ano de 2007, liderei a criação do grupo de pesquisa em “Ensino e aprendizagem da Física”, cadastrado atualmente no Colciencias¹. O trabalho no grupo foi me abrindo caminhos para melhorar as práticas profissionais mas, ao mesmo tempo, foi gerando a consciência da necessidade de um maior preparo para a pesquisa, o que me levou a decidir por cursar o nível de Doutorado e também a decidir sair do meu país.

Concorri e obtive a bolsa de estudos de doutorado através do Programa de Estudante Convênio de Pós-Graduação (PEC-PG) da Embaixada do Brasil em Bogotá, apoiada pela CAPES, para o Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da UNESP, Bauru, curso que iniciei no ano de 2010. A partir daí, tem sido substancial o meu crescimento pessoal e profissional. Posso dizer que houve em mim, uma desestruturação e nova estruturação dos conhecimentos em relação ao que é ensinar Física, formar para o Ensino da Física e pesquisar neste campo. As disciplinas cursadas, a participação no Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e o desenvolvimento desta pesquisa têm sido uma rica experiência, principalmente, em aspectos como o enriquecimento e aprofundamento de referenciais teóricos, as reflexões a partir da prática profissional e da pesquisa na área, bem como a produção de novos conhecimentos para a formação de professores de Física.

Como resultado desta pesquisa de doutorado, estou apresentado esta tese, esperando contribuir para uma melhor compreensão do que é formar o professor de Física, a partir das disciplinas associadas à Didática da Física.

¹ Departamento Administrativo de Ciência, Tecnologia e Inovação – Colciencias. É um órgão da administração pública Colombiana, que formula, orienta, coordena e executa a política para o avanço da Ciência e Tecnologia no país, equivalente ao CNPq no Brasil.

INTRODUÇÃO

Na condição de professora universitária, no curso de Licenciatura em Física, são muitos os problemas que há vários anos eu vinha enfrentando para aprimorar a qualidade da formação dos futuros professores neste campo e, especificamente, com relação ao que e ao como ensinar nas disciplinas que formam o professor para o ensino. Condição que permanentemente coloca o desafio de decidir o que ensinar em disciplinas associadas à Didática da Física e com qual metodologia, a fim de fazer com que o futuro professor aprenda a resolver problemas próprios do ensino da Física e, assim, forme autonomamente sua identidade profissional.

Mas esses problemas não são somente meus. Esta é uma problemática geral sobre a qual tem se desenvolvido pesquisas e transformações curriculares, visando melhorar a formação inicial e continuada de professores. É por isso que contextualizamos o problema de pesquisa a partir dos atuais desafios que a formação inicial de professores de ciências enfrenta, tendo plena consciência da complexidade envolvida.

Complexidade que é colocada nos modelos educacionais propostos pela legislação, como foi identificado na pesquisa de Cortela (2004), no sentido de que, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), a formação de professores deve produzir mudanças na postura do professor, deixando de ser o detentor do conhecimento e passar a ser “crítico-reflexivo, orientador-pesquisador do aprendizado de seus alunos, procurando a contextualização e a interdisciplinaridade” para garantir a coerência entre a teoria e a prática, tanto quanto, entre os objetivos dos projetos pedagógicos e os conteúdos e métodos de ensino.

Sabemos que existe uma grande distância entre a proposta da lei e as possibilidades reais de desenvolvimento dos projetos pedagógicos no interior das universidades, mesmo estando de acordo com a legislação, como demonstrou também Cortela (2011). Ele estudou os fatores interdependentes presentes no processo de implantação da reestruturação curricular de um curso de Licenciatura em Física, que lhe permitiu concluir neste caso, que há melhoras nos aspectos: a elaboração de um projeto pedagógico com participação de diversos setores da universidade; a reestruturação curricular em torno a eixos articulados e a elaboração de planos específicos para as disciplinas de metodologia e prática de ensino. Porém, paralelamente, há

fatores limitantes como a definição de um duplo objetivo para o perfil do egresso como “físico-educador” e “físico-pesquisador”, a “reorganização” da estrutura curricular original e a existência de muitas ementas que continuam sendo mais próximas de uma formação para o bacharelado do que para a licenciatura.

Todas essas limitações não são de superação simples nem imediata, uma vez que dependem de maior compreensão do que significa formar para o ensino por parte dos diferentes atores envolvidos na formação de professores. Mas também depende da coerência entre o que a universidade se propõe e a lógica que orienta a elaboração de estruturas curriculares.

Atualmente podemos dizer que existem perspectivas de organização curricular que compartilham o desejo de melhorar a qualidade da formação, mas que diferem nas concepções, a partir das quais embasam suas estruturas curriculares. Algumas instituições estruturam os currículos, com o objetivo de formar o professor numa visão abrangente das Ciências, como se fosse uma só (Física, Química e Biologia, num conjunto de conteúdos integrados); para outras, trata-se de organizar uma estrutura que vise formar os licenciandos com base na somatória dos conhecimentos, considerados necessários para o futuro desempenho profissional, ou seja, o licenciando deve aproveitar os diversos conhecimentos oferecidos; e ainda para outras instituições, organiza-se o currículo, a partir de uma visão interdisciplinar que visa inter-relacionar diversos conteúdos por meio de disciplinas específicas para tal fim.

Embora entendamos que a situação desta diversidade de propostas de formação observada nos cursos de Licenciatura depende da localização das universidades com suas respectivas organizações particulares, entendemos também que é preciso abordar a problemática na busca de maiores consensos no interior da comunidade acadêmica.

Assim, o campo de ação desta pesquisa limita-se ao estudo de possibilidades de intervenção em salas de aula universitárias para a formação de professores de Física, especificamente em disciplinas associadas à Didática da Física, levando em consideração resultados da pesquisa na área. Para tanto, assumimos a “Didática da Física” entendida como o conhecimento a ser ensinado para que o professor aprenda a ensinar Física, ou seja, que o futuro professor compreenda o que é que vai ensinar, como, por que, para quem e, em consequência, gere suas próprias estratégias de ensino. Um processo, no qual os conteúdos das Ciências Exatas precisam se inter-relacionar com conhecimentos das Ciências Humanas e das Ciências Sociais, em torno do problema do Ensino de Física.

Defendemos, portanto, a ideia de que o Ensino de Didática da Física possui conteúdos próprios a serem trabalhados, com o objetivo de formar o licenciando para gerir suas próprias estratégias de Ensino de Física. Portanto, a Didática da Física deve ser entendida, além do uso de recursos de apoio em sala de aula, com seus próprios conteúdos, metodologias e fundamentação teórica, uma vez que é um campo difícil de ser entendido em sua verdadeira dimensão, ao ser usualmente entendido a partir de uma perspectiva instrumentalista.

Dessa forma, nosso problema de pesquisa é: como devem ser estruturados os objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física na formação inicial de professores, com o objetivo de garantir coerência entre o que se faz em sala de aula e o que se pretende ensinar? Problema que foi desdobrado em duas questões, a primeira de tipo teórico e a segunda de tipo prático: (1). Quais Dimensões do Ensino da Didática da Física poderiam ser entendidas em um corpo de conhecimentos teóricos visando estruturar seus objetivos, conteúdos e metodologias? (2). Por meio de quais metodologias e atividades específicas poderíamos levar à prática o ensino dos conhecimentos organizados para formar em Didática da Física?

O trabalho é apresentado em sete capítulos e um conjunto amplo de apêndices que apoiam o conteúdo da tese. No primeiro capítulo, contextualizamos o foco da pesquisa ao tecer algumas considerações em relação à formação inicial de professores, no que se refere ao desafio de conseguir transformações em termos de formação de profissionais cada vez mais reflexivos e críticos a respeito de sua própria prática. A partir disso, inferimos alguns objetivos gerais que deveriam ser alcançados no Ensino da Didática da Física, na formação inicial de professores, ao considerar perspectivas teóricas como as chamadas; “pedagogia crítica”, “prática reflexiva”, “professor pesquisador” e “professor profissional”.

No segundo capítulo, apresentamos um estudo da literatura que nos permite entender as características da pesquisa na área de Ensino de Ciências no Brasil e no âmbito internacional, a fim de chegar a uma identificação do campo de ação da Didática da Física na formação inicial de professores e ao mesmo tempo entender o significado do caráter interdisciplinar do ensino neste campo.

No terceiro capítulo, apresentamos a linha de raciocínio, a partir da qual entendemos a “Didática da Física”, mostrando os questionamentos que surgem quando se pensa em como ensinar este campo em nível universitário, uma vez que seu ensino implica em decisões sobre os objetivos de trabalhar determinados conteúdos com determinadas metodologias, a fim de inter-relacionar conhecimentos de diversas disciplinas que permitam aos licenciandos

organizar tanto seus conhecimentos de Física, quanto seus conhecimentos de como tratar a Física em âmbitos educacionais, a partir de uma perspectiva interdisciplinar.

No quarto capítulo, apresentamos o contexto que nos foi permitindo constituir o problema de pesquisa e as perguntas que permitiram encontrar respostas para aportar propostas de solução ao problema. Descrevemos também a natureza desta pesquisa, sendo qualitativa, especificamente do tipo “pesquisa-intervenção”. Da mesma forma, apresentamos os processos de constituição de dados a partir de questionários, observação participante e intervenção em sala de aula, que foram analisados por meio de técnicas de análise de conteúdo e análise textual discursiva. Finalizamos este capítulo com uma breve fundamentação teórica.

No quinto capítulo, apresentamos a proposta de estruturação do Ensino de Didática da Física, que foram desenvolvidas em três fases: (1) na primeira foram triangulados resultados obtidos em três estudos; (2) na segunda consolidamos os objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física, ao comparar as conclusões dos três estudos com algumas propostas da literatura na área; e (3) na terceira, foram formuladas três dimensões que objetivam oferecer uma base para a estruturação do Ensino da Didática da Física.

No sexto capítulo, apresentamos a estrutura geral de um curso. Embasados neste, estudamos possibilidades reais de levar à prática, a proposta teórica que foi organizada a partir da estruturação sugerida. A versão inicial do curso foi sendo modificada e adequada, à medida que íamos verificando as possibilidades e os resultados na prática, que, simultaneamente, foi nos permitindo aprofundar nas reflexões sobre a caracterização das dimensões propostas para estruturar o Ensino da Didática da Física.

No sétimo capítulo, apresentamos os resultados obtidos ao analisar o desenvolvimento do curso de Didática da Física, proposto e ministrado a um grupo de licenciandos. Para tanto, descrevemos cada uma das atividades desenvolvidas, os referenciais teóricos nos quais se embasam o planejamento do curso e uma interpretação do que observamos nas respostas que os licenciandos deram durante as diversas atividades do curso que lhes foi oferecido.

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

Atualmente a comunidade de pesquisadores no campo da *formação de professores* reconhece esta formação como contínua, ao longo da vida do profissional docente. Admite-se que o professor adquire conhecimentos da docência desde seus primeiros contatos com a escola básica e, posteriormente, formaliza tais conhecimentos na graduação, período que é chamado de *formação inicial*. Após concluir este período, o professor continua sua formação através do desenvolvimento profissional, seja como professor novato ou mesmo após anos de experiência na docência. Assim, centramos nossos estudos em torno da atuação do professor universitário da graduação, enquanto formador de futuros professores, especialmente, no que se refere à formação para o ensino.

Ao procurar orientações indicadas na legislação brasileira para a formação de professores de Ciências, encontramos, por exemplo, no Capítulo IV da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), que trata das finalidades da educação superior, ressalta-se a necessidade de desenvolver *o espírito científico e o pensamento reflexivo* (BRASIL, 2010). Destacamos também a Resolução que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores (CNE/CP 1/2002²), que, no artigo 3, sugere inserir princípios norteadores como: - a competência como concepção nuclear na orientação do curso; - a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor; - a pesquisa, com foco no processo de ensino e de aprendizagem. Esse mesmo documento expressa, no parágrafo único do artigo 5, o sentido de que “a aprendizagem deverá ser orientada pelo princípio metodológico geral, que pode ser traduzido pela ação-reflexão-ação e que aponta à resolução de situações-problema como uma das estratégias didáticas privilegiadas” (BRASIL, 2002, p.3).

Chama-nos a atenção, a ênfase em processos reflexivos e de pesquisa que se propõem e devem fazer parte, segundo a legislação, tanto dos conteúdos quanto das metodologias de ensino na formação de professores, o que entendemos, como consequência dos resultados das pesquisas, que vêm sendo produzidas nas últimas décadas no mundo todo. Estes resultados ressaltam a necessidade de mudanças na formação inicial do professor de Ciências e as

² CNE/CP 1/2002: Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores de Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, aprovada em 18/02/2002 e publicada no Diário Oficial da União, de 04 de março de 2002.

possíveis soluções para os problemas apresentados, que precisam de estudos em maior profundidade. Assim, concordamos com as exigências expressas na legislação, no sentido de melhorar a formação do professor, sem que isto signifique que concordemos com todas as políticas educativas, especialmente aquelas que impedem, na prática, a autonomia do professor. E portanto, desenvolvemos este trabalho com base em resultados de pesquisa que apontam problemáticas a serem resolvidas e mostram estratégias para o enriquecimento da formação inicial.

Carvalho e Gil-Pérez (1993) defendem alguns pontos a serem considerados na formação de professores, como: a necessidade de transformar as visões simplistas ou de senso comum do que é ensinar e aprender Ciências; a necessidade de orientar a tarefa docente como um trabalho coletivo de inovação, pesquisa e formação permanente e a necessidade de ir além do domínio de conteúdo das teorias a ensinar. Responder a tais necessidades implica, segundo estes autores, levar os professores a ampliar seus recursos e modificar suas perspectivas de ensino, favorecendo um trabalho de mudança didática, que não é possível conseguir, quando se forma o professor por meio da transmissão de propostas didáticas apresentadas como produtos acabados, mas a partir da reflexão crítica de suas próprias concepções. Estas considerações, por sua vez, nos leva a questionar o que é refletir e criticar na formação docente.

Nesta linha de raciocínio, os problemas são maiores quando se pensa no perfil do professor universitário, formador de professores. Depois de ter consciência do que deve mudar nos cursos de licenciatura, é preciso analisar as possibilidades disso acontecer, em dependência dos recursos humanos, físicos, administrativos, etc.; tanto da universidade que forma o professor, quanto da escola que o recebe para trabalhar. Sendo assim, é possível afirmar que são múltiplas e complexas as variáveis que afetam possíveis mudanças no desenvolvimento da formação inicial de professores e que, portanto, não poderão ser tratadas em sua totalidade neste trabalho. Contudo, pretendemos abordar em alguns aspectos, a partir de alguns recortes.

Assim, embasamo-nos em críticas como as de Marcelo (1999) que entende que para conseguir mudanças reais é preciso, entre outras questões, resolver alguns paradoxos presentes nas práticas da formação inicial do professor: apresentar o conhecimento como já dado, objetivo, absoluto, indiscutível e solicitar que o futuro professor ensine um conhecimento como problemático e provisório; ensinar utilizando metodologias, principalmente, expositivas e exigir que o futuro professor empregue diversas metodologias em sua prática docente, atendendo à diversidade e à interdisciplinaridade; manter princípios

de disciplina e autoridade unidirecionais na classe e pedir para o futuro professor desenvolver a autonomia dos estudantes. Paradoxos cujas soluções são verdadeiros desafios para a pesquisa em formação de professores, já que não se trata somente de teorizar o que deveria ser feito, mas é preciso ir além e verificar as possibilidades na prática.

Nas últimas décadas, a literatura tem mostrado um importante conjunto de possibilidades a serem considerados na reformulação dos fundamentos e das organizações curriculares para a formação de professores. Atualmente estes fundamentos têm se constituído em ideologias orientadoras, tais como as propostas de formação do professor crítico, reflexivo, pesquisador, autônomo ou intelectual. Cada uma delas com possibilidades de desdobramentos e interpretações em função da definição do que é criticar, refletir, pesquisar, ser autônomo ou intelectual, e também, em função dos contextos nos quais se desenvolvam (formação básica, inicial e continuada), razão pela qual existem atualmente diversas formas de entender estes termos na formação de professores, muitas vezes, levando à ideias ambíguas.

1.1. Os sentidos da reflexão a partir de diversas perspectivas

A partir da discussão mencionada anteriormente, trabalhamos a seguir, na busca de um sentido específico para as perspectivas do professor *crítico, reflexivo, pesquisador e autônomo* e as possíveis relações entre elas, a fim de argumentar nossa afinidade com algumas perspectivas pontuais que possam orientar tanto nossos objetivos de pesquisa quanto nossa forma de abordá-los. Sem a pretensão de esgotar a discussão em torno destes tópicos, mas com o propósito de entender nossa identidade, enquanto professores pesquisadores do ensino universitário, especificamente na formação para o Ensino de Física. Para tanto, fizemos uma análise dos sentidos que podem ter o termo *reflexão*, a partir das perspectivas da pedagogia crítica, da prática reflexiva, do professor pesquisador e da profissionalização docente, considerando alguns autores representantes dessas linhas de pensamento.

A partir da *perspectiva da pedagogia crítica*, autores como Fischman e Sales (2010) e, Giroux (1988/1997), afirmam que o professor precisa refletir sobre as realidades pedagógicas e sociais com plena consciência de seu poder de transformação. O principal objetivo é comprometer-se com o desenvolvimento de um mundo livre de opressão e exploração, para isso, os professores devem desenvolver uma reflexão crítica, que contribua na luta por mais justiça social, atuando como intelectuais transformadores ou emancipadores de sua realidade. Esse processo ocorre, principalmente, por meio da conexão entre a consciência da realidade social e as possibilidades de transformação. Assim, os professores de todos os níveis, mas

especialmente, os de nível básico que têm sob sua responsabilidade a formação de futuros cidadãos, deverão combinar reflexão e ação, a fim de fortalecer seus estudantes com as habilidades e conhecimentos necessários para abordar as injustiças, sendo críticos e comprometidos.

A partir da *perspectiva da prática reflexiva*, autores como Alarcão (2003), Copello e Sanmartí (2001), Nóvoa (1992) e Zeichner (2003) afirmam que o professor deve refletir acerca da prática docente, para inovar suas formas de trabalho pedagógico, o que significa compreender o seu fazer. Esta perspectiva exige a reflexão tanto individual quanto coletiva dos professores antes de reproduzir ideias e práticas sugeridas por agentes exteriores. Como resultado dessa prática reflexiva, espera-se a produção de mudanças na prática docente: posicionar-se teoricamente num “saber fazer fundamentado”; desenvolver habilidades metacognitivas, que favoreçam o reconhecimento de possíveis causas das dificuldades detectadas em sua ação em sala de aula; e, finalmente, ajudar a desenvolver nos alunos, futuros cidadãos, a capacidade de trabalho autônomo, colaborativo e de espírito crítico.

Na *perspectiva do professor enquanto pesquisador*, autores como Elliott (1990), Gatti (2004) e Lüdke (2001), entendem que o professor deve refletir sobre a prática. Contudo, entende-se que a reflexão não é sinônimo de pesquisa, mas apenas uma das formas como o professor pode estudar sua ação docente, a fim de melhorar seus processos de ensino. Assim, a pesquisa do professor de nível básico não deve ser estruturalmente muito diferente da pesquisa do professor universitário, uma vez que precisa de certa rigorosidade que garanta a credibilidade dos resultados e que permita desenvolver seus próprios saberes docentes em função do contexto de trabalho.

A pesquisa do professor pesquisador não é exatamente sistemática, ela ocorre como resposta a problemáticas particulares com os tópicos relacionados a sua própria prática. No caso do professor universitário, formador de professores, a pesquisa pode ser feita em dois campos: um no campo da disciplina que leciona e outro no campo do exercício de ensino desta disciplina, contemplando, nos dois casos, as respectivas teorias, campos, objetos e métodos. Sendo assim, o professor formador é levado a considerar diferentes formas de conceber o conhecimento e as formas de socializá-lo, produzindo uma ação pedagógica que vise integrar os dois campos.

A partir das pesquisas que trabalham pelo reconhecimento da *docência como profissão*, com Tardif e Lessard (2005), analisam-se os saberes específicos exigidos pelo labor de ensinar, interrogando-se pelas tensões, os desafios e os dilemas particulares e originais que marcam o trabalho sobre e com seres humanos, o qual coloca a “interação” no

centro do trabalho docente. Assim, evidencia-se que o professor encara diariamente diversas situações que exigem sua reflexão para conseguir superá-las, seja a curto, médio ou longo prazo.

Ao considerarmos o trabalho de Shulman (1987), observa-se que ele não fala em saberes que caracterizam a profissão docente, mas em conhecimentos básicos necessários para que o docente melhore seu ensino. O autor apresenta seu trabalho como um argumento que permite julgar o exercício docente como exercício profissional, cujo conhecimento pedagógico é característico deste tipo de exercício. Também, em Shulman (2000), reconhece-se a interação entre professores e alunos como um dos caminhos para desenvolver processos de compreensão do que está sendo ensinado e aprendido. O autor diz que o ensino se dá, quando há uma nova compreensão de algum tópico específico, por parte dos alunos e do professor, mas para que isso aconteça é preciso desenvolver processos complexos que só poderão ser realizados por profissionais preparados para este fim. Segundo Shulman (1986), o professor deve possuir como requisitos mínimos, o conhecimento do conteúdo a ser ensinado, conhecimento pedagógico de conteúdo e conhecimento curricular.

No Quadro 1, apresentamos uma síntese das posições particulares dos autores que fundamentam as perspectivas descritas anteriormente.

Quadro 1- Alguns autores que fundamentam as perspectivas de “pedagogia crítica”, “prática reflexiva”, “professor pesquisador” e “professor profissional” na formação de professores.

<p>Pedagogia crítica</p> <p>- Giroux (1988/1997) diz que os professores, enquanto intelectuais, devem se servir da reflexão e da ação para atuar e ensinar seus alunos a atuarem como críticos, comprometidos com o desenvolvimento de um mundo livre de opressão e exploração.</p> <p>- Fischman e Sales (2010) afirma que as <i>pedagogias críticas</i> têm promovido agendas de mudança educacional, ao entender as práticas educacionais em contextos sociopolíticos mais amplos, na qual o professor precisa refletir acerca das realidades pedagógico-sociais com plena consciência de seu poder de transformação. Admite-se que os educadores têm um papel central, mas não exclusivo, na manutenção e no desafio dos sistemas educacionais.</p>
<p>Prática reflexiva</p> <p>- Nóvoa (1992) diz que a formação vai além da aprendizagem de conhecimentos e técnicas e exige trabalho de refletividade crítica das práticas e de (re)construção permanente da identidade pessoal; isto implica refletir a respeito dos sentidos e usos da experimentação, da inovação e das formas de trabalho pedagógico, por meio de processos de investigação diretamente articulados com as práticas educativas, como a investigação-ação e a investigação-formação.</p> <p>- Copello e Sanmartí (2001) propõem analisar a prática a partir de um posicionamento teórico, para responderem às problemáticas surgidas da formação do professor, a partir do ensino de tópicos muito específicos ou de propostas prontas com base em referenciais pouco compreendidos. Propõem o “saber fazer fundamentado” ou “práxis educacional”, desenvolvendo habilidades metacognitivas que favoreçam ao reconhecimento de possíveis causas das dificuldades detectadas na prática, que por sua vez, oportunize a auto-regulação das mudanças conceituais, procedimentais e atitudinais.</p> <p>- Zeichner (2003) apresenta um estudo que evidencia a confusão que existe na definição do professor como agente reflexivo e, especificamente, a forma como tem sido integrada na formação de professores, apontando diferenças como: 1. ajudar os professores a reproduzir melhor as propostas feitas por outros; 2. limitar as reflexões a questões técnicas de ensino; 3. refletir sobre a própria atividade docente,</p>

desconsiderando o contexto; 4. refletir individualmente, desconsiderando o coletivo. O autor diz que o ensino reflexivo não faz sentido se não é pensado para contribuir com a luta por mais justiça social.

- Alarcão (2003) define a noção de professor reflexivo como aquele que tem consciência da capacidade de criatividade e que reflete antes de reproduzir ideias e práticas que lhe são exteriores. A autora defende que o grande desafio para os professores vai ser ajudar a desenvolver nos alunos, futuros cidadãos, a capacidade de trabalho autônomo e colaborativo, mas também o espírito crítico, salientando que este não se desenvolve através de monólogos explicativos, mas a partir da capacidade de ouvir o outro e também de se autocriticar.

Professor pesquisador

- Elliott (1990) discute como a pesquisa-ação e o movimento do “professor pesquisador” tem sido promovido pela academia ao traduzir “reflexão” ou “autoavaliação” em pesquisa, correndo o risco de interpretar a metodologia como um conjunto de procedimentos mecânicos e técnicas padronizadas e não como um conjunto de ideias dinâmicas que buscam a compreensão do processo pedagógico.

- Gatti (2004) analisa o caso da pesquisa do professor universitário, que deve responder tanto à pesquisa em áreas específicas, quanto a pesquisa de suas práticas docentes, contemplando, nos dois casos, as respectivas teorias, campos, objetos, e métodos, que converge num duplo movimento: na construção de formas críticas do pensar e do conhecer e na construção de formas de socialização do conhecimento, produzindo uma ação pedagógica integradora, sem que haja necessariamente uma interseção completa.

- Lüdke (2001) analisa as relações entre saber docente e pesquisa docente, focando a ideia do professor-pesquisador. Ele concluiu que é possível e necessária uma articulação entre a pesquisa acadêmica e a pesquisa dos professores nas escolas, uma vez que, de uma parte, não é justificável falar de uma categoria de pesquisa “própria” do professor, e de outra parte, a pesquisa universitária ampliaria seus horizontes ao considerar a pesquisa na escola. Já que os professores de nível básico precisam ganhar clareza em suas percepções do que é pesquisar e os professores universitários precisam responder às necessidades das escolas, podendo assim contribuir de forma mais efetiva para o desenvolvimento do saber docente.

O professor enquanto profissional

- Tardif e Lessard (2005) caracteriza a função da docência como uma profissão, fato que é ignorado muitas vezes pela pesquisa em educação. Ele interroga as tensões, os desafios, os dilemas particulares e originais que marcam o trabalho sobre e com seres humanos. Considera a importância crescente dos trabalhos interativos em nossas sociedades, considerando igualmente a mobilidade atual e a confusão dos modelos de trabalho. Parece-nos que a abordagem que aplicamos à docência tem o mérito de confrontar as teorias atuais do trabalho com as novas ocupações, complexas e flutuantes, que estão nascendo sob nossos olhos.

- Shulman (1986) analisa os conhecimentos específicos que devem desenvolver o professor em aspectos como: o gerenciamento das salas de aula, a organização de atividades, a distribuição do tempo, suas responsabilidades e compromissos com os estudantes, formular perguntas e a compreensão do aluno. Mas, ressalta que além disso, o professor deve trabalhar em aspectos sobre o conteúdo das lições ensinadas, as perguntas feitas e as explicações oferecidas, as quais leva a responder questões como: -De onde vem as explicações do professor? Como cada professor decide o que ensinar e como representá-lo? Como lida com a compreensão dos alunos? Aspectos que o levam a distinguir entre três categorias de conhecimento, próprios do exercício profissional docente.

Observamos que embora as diferentes perspectivas tenham surgido como resposta a necessidades diferenciadas e com objetivos diversos, todas elas têm mostrado caminhos para uma meta comum que é a melhora dos processos de ensino e das condições de trabalho dos profissionais docentes. Por isso, no item a seguir, vamos priorizar alguns aspectos de cada uma dessas perspectivas em função de nossos propósitos de pesquisa.

1.2. Posicionando-nos como professores pesquisadores do Ensino universitário

Consideramos que decidir o que ensinar em cursos associados à Didática da Física não é tarefa simples, especialmente quando se tem consciência de que os conteúdos não são da Física em si mesma, mas de formas de tratar a Física em âmbitos educacionais. Por sua vez,

desenvolver critérios para selecionar conteúdos ou planejar metodologias de trabalho em sala de aula que resultem coerentes com os conteúdos ensinados em Didática da Física também é uma tarefa complexa, especialmente quando se quer promover a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro professor, ou seja, que ele aprenda como ensinar do mesmo exercício de aprendizado.

Isto não significa que o licenciando ensine para seus futuros alunos os mesmos conteúdos e as mesmas atividades que aprendeu na universidade, mas que tenha a oportunidade de ver em ação (para seu nível) o resultado de ensinar e aprender, por exemplo, a partir de uma perspectiva histórica e epistemológica da Física.

Consideramos então, que alguns aspectos das perspectivas anteriormente descritas nos ofereçam princípios orientadores, tanto para a elaboração de critérios de constituição de uma estrutura teórica que permita organizar conteúdos a serem ensinados, quanto para o planejamento de atividades práticas em sala de aula, uma vez que tais perspectivas aportam conhecimentos para a melhoria da formação docente. Conhecimentos que podemos integrar na formação para o ensino da Física, que é nosso caso, partindo do pressuposto que o professor de Física precisa utilizar conhecimentos além do conhecimento específico da Física. Questionamos, porém, quais são, exatamente, estes outros conhecimentos e como é que eles devem ser ensinados para que haja melhoras na formação dos licenciandos.

Entendemos, então, que a perspectiva da *pedagogia crítica* nos indica que é importante formar pessoas numa visão emancipadora de sua realidade e, portanto, os licenciandos que serão os futuros professores, devem ser formados em habilidades para a crítica reflexiva, a fim de que possam por em prática esse modo de entender o mundo com seus futuros alunos. Contudo, aparece a questão de como fazer isso por meio do ensino da Física, já que muitas pessoas podem entender que esta é uma tarefa dos professores das Ciências Humanas ou Sociais, mas não do professor de Ciências Exatas. Enfim, consideramos que um dos objetivos do Ensino da Didática da Física deve ser o de mostrar formas de tratar os conteúdos específicos da Física, oportunizar o desenvolvimento do senso crítico reflexivo do licenciando, para que ele possa construir seu próprio conhecimento com relação ao ensino.

De outro lado, a capacidade de reflexão em um professor deve incluir, além da reflexão acerca dos aspectos de seu entorno, aspectos sobre si mesmo e seu próprio exercício profissional. Neste ponto, acolhemos a perspectiva da *prática reflexiva*, uma vez que partilhemos da convicção de que partindo do desenvolvimento de habilidades metacognitivas é possível levar o licenciando a refletir a sua própria prática e que durante a formação na licenciatura, deverá refletir acerca de sua prática enquanto alunos, professores estagiários ou

novatos. Entendemos que a formação das habilidades metacognitivas deve dar-se de tal forma que o aprendiz perca no tempo e eduque o licenciando para um estilo de vida em seu futuro exercício profissional.

Assim, um outro objetivo do Ensino da Didática da Física deve-se relacionar com o uso de metodologias de ensino que levem os licenciandos a exercícios de tipo metacognitivo, tanto para refletir sobre seu próprio conhecimento da Física, quanto para refletir sobre as formas como poderia levar os alunos a conhecerem o mundo da Física. Acreditamos que refletir sobre suas próprias ações, os motivos que o levaram a tais ações e os procedimentos para melhorar ou potencializar ações em sala de aula, fornecerão aos futuros professores uma identidade com a profissão, uma vez que terá plena consciência de seu papel.

De forma complementar às ideias anteriores, entendemos que o aprendiz da Didática da Física, por parte do licenciando, deve prepará-lo para a pesquisa em ensino, dado que seu exercício vai ser na prática docente em instituições de educação. Sendo assim, consideramos apropriada a proposta da perspectiva do *professor pesquisador*, no sentido de que ele deve aprender a pesquisar sobre sua própria ação, desenvolvendo níveis de aperfeiçoamento da reflexão sobre a ação, pois além de aprender a aprender, a partir de sua prática, deve desenvolver métodos para aprofundar cada vez mais na superação dos problemas do ensino e da aprendizagem da Física.

Assim, um outro objetivo do Ensino da Didática da Física deve estar associado à formação do licenciando para a autonomia, com base na compreensão de estratégias para aprimorar seu exercício docente. Para isto é preciso, por exemplo, que aprenda a diferenciar claramente entre o que é fazer pesquisa em Física e o que é fazer pesquisa em Ensino de Física. E ainda, como aproveitar resultados de pesquisa para enriquecer sua prática, sem que isto implique, necessariamente, que todo professor de nível básico deva desenvolver pesquisa, mas que todos devem estar preparados para fazer leitura e aproveitar resultados de pesquisa em seu campo de ação, assumindo a reflexão de sua própria prática como uma estratégia de trabalho. Mas também deve estar preparado para eventualmente desenvolver pesquisa, quando as condições lhe permitirem.

Podemos dizer que uma das diferenças mais importantes entre a pesquisa em Física e Ensino de Física é que, a primeira tem como objetos de estudo, os fenômenos da natureza e a segunda, tem como objetos de estudo os sujeitos e as interações entre os sujeitos, no contexto específico do ensino e aprendizagem da Física. Neste ponto, consideramos que a perspectiva do *professor profissional* pode orientar caminhos, que permitam levar os licenciandos a entender que a profissão docente trata, principalmente, com humanos e que, portanto, precisa-

se preparar para interagir com pessoas em diferentes níveis (alunos, colegas, diretores, pesquisadores, sociedade em geral), tendo consciência de que tal interação ocorre em torno do tratamento de conteúdos da Física.

A identidade profissional do professor de Física, tanto quanto o seu exercício, implica no domínio de conhecimentos específicos da profissão. Portanto, consideramos que o ensino da Didática da Física deve propiciar que o licenciando aprofunde seus conhecimentos de Física, mas também, que construa conhecimentos em relação a como ensinar os conteúdos da Física e conhecimentos que lhe permitam entender por que e para que vai ensinar um determinado conteúdo num determinado contexto. Sendo assim, nossa pesquisa, enquanto professores de Didática da Física, deve girar em torno de maiores esclarecimentos do significado dos objetivos anteriormente relacionados e de suas implicações em termos de conteúdos ensinados e metodologias a serem utilizadas.

2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS E SUA RELAÇÃO COM A DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS

Desenvolvemos este capítulo sob o pressuposto de que o campo do ensino de Física se insere na área de Ensino de Ciências e, portanto, análises de alguns resultados de pesquisa em Ensino de Ciências poderão ser considerados para a compreensão dos problemas do ensino de Física. Os currículos e as práticas das licenciaturas em Ciências, e particularmente em Física, vêm se modificando à luz das mudanças na legislação, mas também em face dos resultados da pesquisa na área de Ensino de Ciências, tanto no Brasil quanto no âmbito internacional. Resultados que têm colocado questões acerca de como formar professores pesquisadores para o ensino das Ciências, como inter-relacionar conteúdos das disciplinas das ciências exatas com conteúdos das ciências humanas e qual a importância da prática docente, entre outras.

No Brasil, segundo os trabalhos de Nardi (2005) e Nardi e Almeida (2007), a área de Ensino de Ciências pode ser entendida como uma área ou campo de conhecimento. Tal afirmação decorre da existência de uma história e do compartilhamento de uma série de preocupações comuns e não da sua organização em torno de um paradigma hegemônico. Quer dizer, não há unanimidade nos critérios que orientam a pesquisa no ensino de Ciências, nem as transformações na formação de professores de Ciências. Mesmo assim, em Nardi (2005), o autor conseguiu caracterizar a área por meio de sete itens, que lhe parecem ser os aspectos que unem os pesquisadores da área: 1. O caráter inter ou multidisciplinar da área; 2. O reconhecimento de saberes específicos para a prática e a pesquisa no ensino de Ciências; 3. A utilização de diversas disciplinas na pesquisa, diferenciando-se de processos de pesquisa direcionados pela Física; 4. As formas de avaliar os resultados de pesquisa na área com uma perspectiva *stricto sensu*; 5. A presença da História e a Filosofia das Ciências na pesquisa da área; 6. A diversidade de objetos de pesquisa, referenciais teóricos e metodológicos em dependência das diferentes perspectivas e contextos; e 7. O lócus dos pesquisadores, mais próximo da área de “conteúdos” e de seus referenciais epistemológicos ou históricos e filosóficos, ou, mais próximo dos aportes que marcam a área da “educação” (Psicologia, Sociologia, etc.).

No trabalho, o autor demonstra que mesmo elencando esses sete pontos como aspectos gerais, nos quais há um certo grau de consenso, não há uma hegemonia de pensamento em cada um deles. Por exemplo, a interdisciplinaridade pode ser entendida a partir do uso de referenciais vindos de áreas como Educação, História, Psicologia e Sociologia na pesquisa em

ensino ou pode ser entendida como uma visão multidisciplinar na forma de tratar os conteúdos das Ciências Exatas.

Outro fator colocado pelo autor (ibid) é o consenso na inscrição da área nas Ciências Humanas, a qual mantém uma tensão na diferença entre formar pesquisadores em educação e formar pesquisadores no ensino e, ainda, se tal pesquisa é orientada pelas Ciências Humanas aplicadas ou pelas Ciências Sociais aplicadas. Existem pelo menos três maneiras diferenciadas de trabalhar na área: (1) um grupo ligado à pesquisa nos programas de Pós graduação, às áreas de ciências exatas; (2) outro grupo ligado aos conteúdos específicos e projetos de ensino (3) e outro grupo ligado mais à educação. Existem ainda trabalhos mais direcionados à referenciais ligados à Epistemologia e/ou História e Filosofia da Ciência e trabalhos que se vinculam a outras temáticas, tais como a Educação Ambiental e a Educação para a Saúde.

Nesse aspecto, encontram-se também estudos como o de Megid (2007, p.341) que, ao fazer uma descrição da pesquisa realizada entre as décadas de 70 a 90, refere-se a ela como uma “área de ensino e pesquisa que abrange estudos e ações educacionais no campo das denominadas Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química e Geociências)”, sendo tais resultados de pesquisa, direcionados para os níveis de educação básica e superior. O autor mostra como os conteúdos destas pesquisas dão grande ênfase aos aspectos metodológicos do ensino mais do que aos conhecimentos científicos veiculados na escola.

Por sua vez, Delizoicov (2007) fez uma análise epistemológica da produção da pesquisa em Ensino de Ciências, a partir da perspectiva de Fleck. Ele concluiu que a “área de ensino de Ciências constitui-se em um campo social de produção de conhecimento, caracterizando-se como autônoma em relação a outros campos do saber, mas mantendo inter-relações, em distintos níveis de aproximação, com essas áreas.” (DELIZOICOV, 2007, p.440). Tais coletivos de pensamento ou círculos socioculturais são constituídos pelos professores de Ciências, os alunos e os pesquisadores do Ensino de Ciências. Sendo que, entre os coletivos de professores de Ciências e alunos, desenvolve-se um processo de disseminação do conhecimento, no qual os pesquisadores podem fazer recortes privilegiados. Assim, os objetos de investigação da área de Ensino de Ciências localizam-se ao focar os diferentes aspectos desse processo de disseminação nos âmbitos educacionais. O autor concluiu, também, que há necessidade de entender esta área no contexto das Ciências Humanas aplicadas, como um campo social de produção de conhecimento, que é autônomo, mas que mantém inter-relações em distintos níveis de aproximação com outras áreas.

Diante dessas considerações, coloca-nos a questão de como encontrar parâmetros que orientem a atividade do professor formador de professores e pesquisadores em Ciências, ressaltando a necessidade de trabalhar por definições cada vez mais claras e com alguns consensos mínimos, por exemplo, sobre o que e como ensinar para a formação em ensino e para a pesquisa em ensino.

2.1. Algumas considerações sobre a Didática das Ciências no âmbito internacional

O *corpus* de conhecimentos da área de Ensino de Ciências se enquadra no que costumamos chamar “Didática das Ciências” no contexto europeu e ibero-americano. Assim, este item visa ampliar a compreensão desta área, ao estudar alguns autores reconhecidos internacionalmente. Portanto, para a constituição do conteúdo deste item foi desenvolvida uma análise textual de seis obras, de autores que trabalham em torno ao campo da Didática das Ciências.

Embasamos o processo desta análise na perspectiva de Bardin (1977/2002) que estabelece três etapas fundamentais: 1. pré-análise; 2. exploração do material; 3. tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Na fase de pré-análise, selecionamos as obras e realizamos as leituras para verificar suas contribuições ao campo da Didática das Ciências, elaborando as respectivas resenhas críticas. Na fase de exploração do material, analisamos os conteúdos de tais resenhas, sob a categoria “coincidências e divergências das ideias fundamentais dos autores”; para tanto, foram elaborados quadros comparativos e um estudo bibliométrico dos principais referenciais adotados pelos autores, com o objetivo de ampliar nossa compreensão do porquê daqueles referenciais terem sido adotados pelos autores. Na fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, elaboramos um texto na tentativa de caracterizar alguns problemas que a área de Ensino de Ciências se propõe a resolver, o enquadramento teórico e as metodologias de pesquisa que fundamentam a produção acadêmica desta área, segundo os autores analisados.

Na sequência, começamos apresentando o grupo de autores com suas respectivas obras, os quais foram selecionados dentre os principais referenciais do grupo de pesquisa em Ensino de Ciências, na medida em que contribuem na caracterização da Didática das Ciências. Nesta apresentação, descrevemos a síntese das ideias fundamentais nas obras, que se tomadas individualmente, podem ter perspectivas de fundo diferenciadas entre si e, também, relacionadas para ampliar a compreensão do que pode ser entendido como Didática das Ciências e, em consequência, Didática da Física.

Temos então:

- *Astolfi e Develay (1989)*, pesquisadores franceses, pioneiros na caracterização da Didática das Ciências como campo de pesquisa. Eles embasam-se nas teorias de Bachelard, fazendo relações entre obstáculos epistemológicos e o conhecimento científico, uma vez que esta teoria contribui na compreensão da construção de conceitos, a partir de rupturas epistemológicas. Os autores também consideram a contribuição de Piaget em relação aos estágios de pensamento e sua evolução, como pontos de partida na construção da ideia de “representações”, ao permitir entender melhor diversos níveis de abstração. Eles caracterizam a Didática das Ciências, apoiando-se em autores como: Chevallard, no sentido de rejeitar o anacronismo dos conhecimentos ensinados; Martinand, na perspectiva sociocultural da educação em Ciências; Sanner, nos processos de construção de conhecimento científico; e Giordan, na pesquisa em ensino da Biologia, entre outros.

- *Carvalho e Gil-Perez (1993)*, a autora brasileira e o autor espanhol, respectivamente, focam sua atenção na formação de professores de Ciências com as didáticas específicas como eixo articulador, que exige considerar as pesquisas dos acadêmicos no trabalho do professor, a fim de fazer do exercício de ensinar um campo de pesquisa, que resolva problemas próprios dos âmbitos escolares. Eles caracterizam e criticam a ideia de “senso comum” no ensino e a conveniência de superá-la, embasando-se em autores como Furió, Hewson, P. e Hewson, M. Também, criticam a soma do conhecimento científico com um complemento psicopedagógico na formação de professores de Ciências, concordando com McDermont, Krasilchick e outros, além de desenvolverem ideias em relação à superação das concepções espontâneas, cujo tratamento é considerado como um importante avanço na Didática das Ciências, na linha trabalhada pela pesquisadora inglesa Driver, R. e outros.

- *Cachapuz, Praia e Jorge (2002)*, pesquisadores portugueses que têm uma preocupação na fundamentação teórica do ensino de Ciências, tendo como princípio orientador o ensino por pesquisa pela perspectiva da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Fundamentam seu trabalho em Vygotsky, como precursor do construtivismo, autor que destaca a influência de fatores socioculturais na aprendizagem, o qual se complementa com Ziman e Morin, pensadores que enxergam a Ciência como uma atividade dinâmica e que, portanto, precisa de relações CTS no seu ensino. Também ressaltam a necessidade de relacionar História, Filosofia e Epistemologia com ensino de Ciências tanto na formação de professores, quanto no ensino em nível fundamental, embasando-se em autores como Duschl, Matthews, e Gil-Perez.

- *Fensham (2004)*, autor australiano que trabalha a identidade do campo de pesquisa em ensino de Ciências. O autor aplicou entrevistas a um grupo de 75 pesquisadores da área, no mundo Europeu e Anglo-saxônico e com atuações, principalmente, entre as décadas de 1960 a 1990. Fensham encontrou nestas entrevistas, que uma das obras mais influentes na consolidação desta área é a da Rosalind Driver da Inglaterra, que abordou como objeto de estudo o tema das concepções alternativas dos alunos e a partir desta proposta inicial, foram surgindo novas sub áreas de pesquisa, como a mudança conceitual trabalhada por Treagust, Posner, Strike, Hewson e Gertzog. Também ressaltam-se aportes de outras disciplinas, como os de Novak dos E.U.A., a partir da Psicologia com a aprendizagem significativa, com críticas a respeito da presunção de considerar todas as pessoas iguais na forma de aprender. Também aportes de Piaget que influíram na corrente do construtivismo, ao gerar a necessidade de não somente entender o que as crianças respondem, mas por que e como é que elas respondem daquela forma. O autor mostra como vem crescendo linhas de pesquisa na área, tais como a formação de professores, relações CTS, novas tecnologias no ensino, História no ensino de Ciências, Linguagem, entre outras.

- *Sanmartí (2002)*, pesquisadora espanhola, ressalta o problema de decidir o que ensinar e para que ensinar Ciências nos diversos níveis educacionais e para os desafios da sociedade atual. A pesquisadora analisa a evolução do construtivismo e seu impacto no surgimento e caracterização da Didática das Ciências, passando por Piaget, Vygotsky, Novak, Ausubel e Jhonson-Laird. Também trabalha as novas perspectivas do ensino das Ciências (CTS, projetos transversais, conceitos estruturantes, uso da História, Filosofia e Epistemologia) na linha de autores como Izquierdo, Gil-Perez, Duschl, entre outros. Estuda a didática das Ciências e a necessidade de melhorar o ensino de Ciências com autores como Astolfi e Claxton.

- *Viennot (2004)*, pesquisadora francesa em didática da Física, que foca sua preocupação na criação de estratégias para ensinar melhor a Física, partindo da compreensão dos modos naturais de raciocinar dos alunos. Seu trabalho é contemporâneo com o de Driver e Solomon, na linha do estudo das pré-concepções. Faz uma análise crítica das propostas de Piaget e de Bachelard, considerando-os como precursores nas pesquisas em educação, mas refletindo criticamente a respeito das limitações de suas teorias. Para elaborar sua proposta embasa-se em diversas pesquisas feitas em conjunto com autores como Closset, Rozier, Maurines, Saltiel, Driver, Chaveut, entre outros, que trabalham com base na aplicação e análise de questionários sobre as formas de raciocinar dos alunos em diversos conceitos da Física.

Da leitura, resenha crítica e análise das obras anteriormente relacionadas, sob a categoria “coincidências e divergências das ideias fundamentais dos autores”, encontramos que os autores coincidem em ressaltar e trabalhar ao menos três tópicos: 1. A formação inicial de professores (FIP); 2. A relação pesquisa-docência; e 3. Uma perspectiva da Didática das Ciências, porém, com encontros e desencontros na forma de abordá-los.

No Quadro 2 (p.35), apresentamos uma síntese das ideias fundamentais em cada uma das obras e para cada um destes três tópicos. Salientamos que as frases ali contidas são síntese de nossa interpretação e não citações literárias.

Concluimos que nas propostas dos autores anteriormente relacionados, considera-se o Ensino das Ciências como uma área de pesquisa já consolidada, reconhecida internacionalmente e com problemas próprios a serem resolvidos que precisa interagir com diversos saberes de outras disciplinas, a fim de resolver as dificuldades do ensino e da aprendizagem das Ciências. Há consenso de que a formação de professores de Ciências precisa de reformulações fundamentadas nas pesquisas desenvolvidas nas últimas décadas e enfatiza a necessidade de maior interação entre a pesquisa e a docência. Porém, ao entrar nos detalhes destes consensos gerais, encontram-se divergências que são atualmente objeto de reflexão e análise na comunidade acadêmica. Por exemplo, a decisão de focar a principal preocupação nas formas de ensinar a ciência trabalhando, ora nos saberes necessários do professor de Ciências, ora nas formas como se *aprende* a Ciência partindo das pré-concepções, ora nos porquês e para que *ensinar e aprender* Ciência, aspectos que envolvem a decisão de conteúdos a ensinar e o porquê deles num determinado contexto.

Perante esta diversidade e a fim de organizar uma caracterização da Didática das Ciências, fizemos a leitura das propostas dos diferentes autores, tentando subtrair os respectivos aportes em três tópicos: 1. As questões de pesquisa da área; 2. O enquadramento teórico; 3. As metodologias de pesquisa da área.

Quadro 2- Síntese das ideias expostas pelos autores com relação à formação inicial de professores, a relação entre pesquisa e docência e uma perspectiva sobre a Didática das ciências

Obras	Formação inicial de professores (FIP)	A relação entre pesquisa e docência	Uma perspectiva da Didática das Ciências.
Astolfi e Develay (1989)	A FIP deve ser uma formação profissional que inclua o aprendizado da Didática das Ciências sob 4 variáveis: ensinar é comunicar; dominar tramas conceituais dos conteúdos; reflexão didática; e modelo pedagógico.	A formação em pesquisa no ensino de ciências deve ser feita com relação aos conteúdos disciplinares; os processos de aprendizagem desde as dimensões humanas; a regulação de um modelo pedagógico que busque desvincular do tradicional; e a organização escolar com reflexão Didática.	O termo “Didática” é independente da pedagogia. Estuda as situações de aula, as representações dos alunos e as formas do professor intervir, usando aportes da Psicologia, História e Epistemologia. Adverte para os perigos da Didática geral e das didáticas específicas.
Cachapuz; Praia; Jorge (2002)	Na FIP é preciso uma renovação curricular, a partir de perspectivas inter e transdisciplinares, embasada nas perguntas do por quê e para que ensinar Ciências. Deve incluir Epistemologia, História das Ciências e Psicologia da aprendizagem.	O papel do professor pesquisador e seu reconhecimento no contexto social e político, são primordiais para pensar a escola como instrumento a serviço de uma mudança sustentável, a partir de relações CTSA .	É preciso pensar na “Nova Didática” como estratégia de inovação. Aquela que toma contributos da Epistemologia, História das ciências e Psicologia da aprendizagem e que precisa responder às especificidades das disciplinas, a fim de responder a desafios educacionais gerais nos contextos sociais.
Carvalho e Gil-Perez (1993)	A FIP deve adquirir resultados de pesquisas na aprendizagem em Ciências e oferecer um preparo adequado para desenvolver o currículo. Propõe-se uma Licenciatura com dois anos para a disciplina específica e dois para as Didáticas específicas, Pedagogia e Psicologia.	Docência e pesquisa devem estar ligadas tanto na formação do professor, quanto em seu exercício profissional. O futuro professor deve adquirir saberes como romper com visões simplistas; conhecer o que ensina; duvidar das ideias docentes do “senso comum” e relacionar ensino com a pesquisa didática.	A Didática não pode ser um campo isolado de conhecimentos, deve ser um eixo articulador, que permita resolver problemas, utilizando todos os saberes necessários. A didática específica é o núcleo que permite articular a formação e a prática do professor.
Sanmartí (2002)	A FIP deve incluir áreas como Epistemologia e Filosofia das Ciências. O professor deve estudar sua visão de natureza das Ciências e os objetivos de ensiná-la, o que implica refletir acerca do que ensinar, como ensinar e como ocorre o aprendizado.	A relação entre ciência escolar, quem ensina e o aprendiz, deve ser mediada pela pesquisa do professor, no sentido de fazer da atividade de aula, uma atividade científica escolar.	A Didática das Ciências tem o desafio de definir critérios de seleção dos conteúdos a ensinar, gerar modelos e práticas adequadas a cada tipo de conteúdo. Sabendo que cada disciplina, tem uma problemática e estrutura específica.
Fensham (2004)	Na história da formação de professores de Ciências, existe uma “tradição curricular” que separa os conteúdos científicos dos conteúdos pedagógicos e uma “tradição didática” que se preocupa por entender o que é que se ensina, para que e como fazer com que os alunos saibam o que estão aprendendo.	Um dos indicadores de maturidade da área de Ensino de Ciências é a formulação de perguntas de pesquisa, as quais vêm aumentando a partir da década de 60. Perguntas que questionam a forma como os alunos aprendem e os professores ensinam.	O termo “Didaktik” tem implícito um conteúdo do ensino das Ciências. Nos últimos 30 anos, tem-se diferenciado os pesquisadores anglo-americanos dos pesquisadores do continente europeu e da América Latina. A palavra Didática gera rupturas na comunicação entre os pesquisadores de cada grupo.
Viennot (2004)	A FIP de Física deve ensinar a estudar os processos com que os alunos constroem coerência em suas explicações, visando utilizá-las no planejamento de estratégias de ensino.	O professor deve estudar o raciocínio natural, não para ficar identificando erros, mas para gerar estratégias de ensino que formem habilidades, como aprender a ler as relações entre variáveis, a partir de uma perspectiva funcional, indo além de fazer cálculos.	O professor precisa conhecer as tendências de raciocínio em Física , para planejar novas estratégias de ensino, que façam com que os alunos melhorem a coerência e compreensão do conteúdo que estão estudando.

2.1.1. Questões de pesquisa da área

Fensham (2004) mostra como a maturidade da área depende da forma como os pesquisadores formulam e respondem questões de pesquisa. Ele relata, por exemplo, que as pesquisadoras Driver e Solomon questionaram a respeito das concepções alternativas das crianças quando pensam em Ciências. Esta pergunta foi acompanhada por vários pesquisadores, gerando uma fronteira do conhecimento nesta área. Surgiram, então, diversas tentativas de resposta e uma série de novas perguntas em relação às formas de enxergar as Ciências por parte das crianças, relacionando-as com as concepções científicas das crianças e da pedagogia.

Para Viennot (2004), uma questão importante é que o professor aprenda a decidir a respeito do que é essencial da Física que vai ensinar. Ela defende a ideia de que o professor deve tomar consciência da importância de adquirir coerência em seus modos de explicar, já que isso pode orientar novas estratégias de ensino e aprendizagem, não somente com o intuito de inovar métodos, mas também para considerar seriamente as tendências de explicações sobre conceitos científicos que se desenvolvem a partir do senso comum. A autora ainda afirma que os professores devem ser formados para desenvolver argumentos didáticos, pois não é suficiente apresentar-lhes uma lista de “instruções ou diretrizes” de como agir em sala de aula.

Para Astolfi e Develay (1989), esse campo deve permitir resolver problemas como o anacronismo no ensino e o desconhecimento da perspectiva sociocultural da educação em Ciências. Como complemento, encontra-se a proposta de Carvalho e Gil-Pérez (1993), que colocam o problema na formação dos professores, onde deve-se produzir a ruptura com visões simplistas de Ciência e seu ensino, aprofundando na compreensão do conhecimento que ensina, questionando as ideias docentes de “senso comum” e a relação entre ensino, pesquisa e didática.

Sanmartí (2002), defende que um dos principais problemas a resolver é o de gerar modelos e práticas adequadas a cada tipo de conteúdo, levando em consideração que isso implica ter critérios de seleção de conteúdos apropriados para a sociedade do século XXI e que não é possível ensinar toda Ciência na escola, mas favorecer a comunicação entre o saber da Ciência escolar de quem ensina e de quem aprende.

Note-se como as questões de pesquisa da área, nesse grupo de autores, privilegiam diversos aspectos em dependência do autor, tais como: as concepções prévias dos alunos e o modo de tratá-las em sala de aula; a formação do professor de Ciências, superando o senso

comum a respeito do ensino; o tipo de conteúdos a ser ensinado em concordância com o contexto; os objetivos do ensino de Ciências e sua relação com a sociedade e o ambiente. Perspectivas que, por vezes, se superpõem ou se distanciam, mas que oferecem uma gama de objetos de estudo de pesquisa no campo da Didática das Ciências.

2.1.2. Enquadramento Teórico

Segundo Astolfi e Develay (1989), as análises epistemológicas das Ciências fornecem pontos de reflexão para pensar a aprendizagem em contextos escolares. Mas, além do que a Psicologia e a Epistemologia oferecem, existem conceitos desenvolvidos para a didática mesma funcionar, tais como “a transposição didática” e os “objetivos-obstáculos”.

Quanto à “transposição didática”, eles advertem sobre os problemas que tal transposição apresenta, quando embasada em visões simplistas de conceitos sobre Ciência ou sobre as funções da educação científica. Quanto aos “objetivos-obstáculos”, estes explicam as falhas que esta perspectiva apresenta, quando se mistura à ideia pedagógica de propor objetivos de ensino com a ideia de propor obstáculos a serem superados. Segundo Sanmartí (2002), a “transposição didática” deve ser entendida no sentido amplo do termo, que vai além de pensar em como ensinar melhor os conteúdos por si mesmos, para pensar em processos de ensino e aprendizagem mais complexos, o que significa que os conceitos específicos da Didática ainda precisam ser estudados em maior profundidade.

Neste mesmo propósito de evidenciar a relação entre diversas disciplinas para desenvolver conceitos da Didática, Sanmartí (2002) mostra que ensinar Ciências é algo mais do que ensinar conceitos e teorias. Desta forma, é preciso pesquisar processos didáticos que respondam a novos objetivos de ensino, isto é, ensinar a interpretação de fenômenos, indo além de ensinar verdades existentes. Para isso, é preciso se pautar nos saberes vindos da Epistemologia e a Filosofia das Ciências reconhecendo, por sua vez, que os conhecimentos didáticos são sínteses de diversos campos de estudo, em dependência de cada uma das disciplinas científicas (Física, Química, Biologia), já que apresentam problemáticas e estruturas específicas. Nesta perspectiva, inscrevem-se também Carvalho e Gil-Pérez (1993), ao considerarem que além da importância de ter o conhecimento das Ciências Exatas, tal conhecimento deve ser compreendido com a História, Epistemologia e contexto de surgimento.

De outro lado, Cachapuz, Praia e Jorge (2002) trabalham na perspectiva da evolução das tendências de ensino. Os autores fazem uma análise que lhes permitem afirmar que, nas últimas décadas, as tendências tem evoluído desde o ensino por transmissão, passando pelo

ensino por descoberta, o ensino por mudança conceitual e o ensino por pesquisa, enfatizando a importância da última, como uma possível solução às limitações das anteriores, especialmente se considerarmos a perspectiva CTSA. Tendências que têm se constituído em correntes pedagógicas embasadas em saberes interdisciplinares. Os autores mostram como a Didática das Ciências, hoje, precisa de saberes da Epistemologia, a fim de propiciar a reconstrução da Ciência que se ensina, da História das Ciências que oferece conhecimentos úteis, como recursos no tratamento da Ciência e da Psicologia da Aprendizagem, que permitem estudar os processos de aprendizagem dos alunos.

Segundo Fensham (2004), a existência de uma teoria e seu progresso é um outro sinal da existência de um campo de pesquisa com maturidade. Ele observa como a teoria que suporta as pesquisas em Didática das Ciências tem somado saberes de disciplinas como a Psicologia da Aprendizagem, a partir dos trabalhos de Piaget, na visão construtivista e de Vygotsky, na visão sociocultural das Ciências; os estudos de educação em Ciências desde Gilbert e Watts; as concepções espontâneas das crianças desde Novak, Driver, Tinberghein, Osborne; a Filosofia da educação com Jhon Dewey e também de resultados de projetos educativos específicos, como o Learning Science Project, orientado por Osborne para detectar as dificuldades em compreender conceitos de Física, entre outros.

É possível notar como a fundamentação teórica aborda diversos saberes disciplinares, os quais vem se ampliando em função dos problemas de pesquisa que vão se apresentando, pois aparecem a Psicologia da aprendizagem, História, Filosofia e Epistemologia das Ciências, tópicos de educação, etc. Isto vai caracterizando o fazer do pesquisador em Ensino de Ciências, como um fazer interdisciplinar no sentido de inter-relacionar vários conhecimentos, na resolução de um problema, porém sem um enquadramento fixo e delimitado do tipo de saberes que apontaria para o desenvolvimento da Didática das Ciências, nem o modo como pode ser aproveitado.

2.1.3. Metodologias de pesquisa

Segundo Fensham (2004), existem tendências de métodos de pesquisa que respondem a progressos nas técnicas de pesquisa. Este autor diz que o campo foi tomando emprestado técnicas para serem aplicadas, especialmente na década de 1960 e 70, quando a pesquisa na área estava em sua infância. Alguns pesquisadores se pautaram em conhecimentos da Sociologia, tanto na perspectiva política, quanto na observação sistemática de situações sociais; outros da Psicologia, nas relações interpessoais e a psicologia educacional; outros da Antropologia, para entender situações sociais complexas; também da História e da Filosofia

das Ciências, para desenvolver novas perspectivas de enxergar a Ciência e da prática mesma do ensino das Ciências. Nas últimas décadas, percebe-se um progresso no sentido de que as pesquisas se desdobraram em diversas subáreas, ampliando a perspectiva metodológica, desde a linguagem, estudos de gênero, relações entre ciência, tecnologia e sociedade, entre outras, que contém abordagens, principalmente, qualitativas (entrevistas, observações etnográficas e questionários).

Em resumo, observamos que:

- Os objetos de pesquisa da área são diversos com tendência ao aumento, na medida em que se desenvolvem estudos mais específicos e também na medida em que vão mudando perspectivas do que é Ciência, o que é ensinar Ciências, o que é formar professores de Ciências. A área tenta responder perguntas de pesquisa acerca de quais conteúdos ensinar; como explicar as Ciências; como inovar em estratégias de ensino e aprendizagem; como detectar e considerar as concepções prévias dos alunos; qual ênfase dar à formação dos professores; como superar o senso comum do ensino; como gerar modelos e práticas adequadas a cada tipo de conteúdo e a cada contexto.

- A fundamentação teórica é multidisciplinar, por se apoiar em diversos conhecimentos (Ciências Exatas, Psicologia da aprendizagem, História, Filosofia e Epistemologia das Ciências, Pedagogia, Educação e conceitos próprios da Didática), na resolução dos problemas próprios da área, e além disso, os referenciais a serem considerados neste campo têm uma tendência ao aumento, na medida em que vão se aperfeiçoando e também diversificando os problemas de pesquisa.

- A metodologia tem trazido conhecimentos da Sociologia, Antropologia, Psicologia, História e Filosofia das Ciências, da própria prática de ensino e tem mostrado uma tendência ao aumento de técnicas que aperfeiçoam a coleta e análise de dados.

3. PROBLEMÁTICAS SOBRE O ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA

De acordo com os aspectos colocados nos itens anteriores, verifica-se a existência da área de Ensino de Ciências com certa caracterização de seus objetos de pesquisa, fundamentação teórica e métodos de pesquisa. Porém, esta área abarca pesquisas em ensino de disciplinas como Biologia, Química, Física, Astronomia e Geociências. Fato que coloca em questão as variações ou diferenças que surgem, quando tais características se desenvolvem em torno dos conteúdos específicos de cada disciplina científica. Sanmartí (2002) considera, por exemplo, que os conhecimentos da Didática, além de serem sínteses de diversos campos de estudo, formulam-se com base nos problemas e na estrutura de cada uma das disciplinas científicas, desenvolvendo uma especificidade no fazer do professor, o que leva a constituir as Didáticas específicas.

Nessa linha, existem, hoje, na literatura, diversas produções que apontam a necessidade da pesquisa em Didáticas específicas por diferentes razões. A mais comum, é em relação ao fato de que cada disciplina (Biologia, Física, Química, etc) tem uma epistemologia diferenciada, que precisa de processos de ensino e aprendizagem particulares, já que não é o mesmo considerar como objetos de conhecimento, “o vivo e todas suas interações” na Biologia, do que “o estudo de fenômenos naturais que podem ser simplificados e idealizados” nas Ciências Físicas, ou “o estudo das propriedades dos sistemas materiais e suas mudanças, com base em representações assumidas como reais” na Química. Embora existam fortes interligações entre um conhecimento e outros e até campos de pesquisa interdisciplinar (biofísica, físico química, biologia molecular, etc.).

Concordamos com Astolfi e Develay (1989), quando concluem que a Didática estuda tópicos específicos da sala de aula, ou seja, as representações dos alunos e as formas do professor intervir. Mas estes tópicos devem ser estudados, relacionando-os aos saberes disciplinares, a partir dos quais o professor planeja sua intervenção que, no caso, seria a Física. Concordamos ainda com a advertência que estes autores fazem dos perigos da “Didática geral”, que não responde a processos reais de ensino, mas também, dos perigos da “Didática específica”, que somente se preocupa com o ensino das Ciências em si, esquecendo os objetivos educacionais.

Entendemos então a “Didática da Física” como o conhecimento a ser ensinado para que o professor aprenda a ensinar Física, o que significa o futuro professor compreender o que

é que vai ensinar, como, por que e para quem? Processo que, além dos conteúdos das Ciências Exatas, precisa de conhecimentos das Ciências Humanas e das Ciências Sociais, relacionados ao problema do ensino da Física. Alguns exemplos desta necessidade: o campo da Epistemologia, que pode auxiliar na compreensão da construção dos conceitos; o da Pedagogia contribui no estudo das tendências dos modelos de ensino com seus objetivos, vantagens e desvantagens nos processos em sala de aula; a partir da Psicologia da aprendizagem é possível aprofundar na compreensão das formas de pensar das pessoas e auxiliar nos processos de aprendizagem; a Filosofia das Ciências auxilia em análises de paradigmas da História da Física ao estudar o porquê de determinados fatos científicos; a História das Ciências permite extrair aprendizagens da evolução do conhecimento científico e, em geral, todos os conhecimentos disciplinares que o professor e/ou pesquisador precisarem para superar um problema de ensino de Ciências, numa determinada situação educacional.

Todas essas reflexões teóricas com base na literatura oferecem-nos um panorama diverso de formas de entender a Didática da Física, que gera questionamentos, quando pensamos nos critérios para organizar conteúdos a serem trabalhados no Ensino da Didática da Física. Questionamentos como: de que maneira podemos aproveitar os conhecimentos de diversas disciplinas para ensinar os licenciandos a Ensinar Física? Que tipo de atividades seria o mais apropriado para propiciar o aprendizado de conhecimentos de diversas disciplinas a fim de ensinar a resolver um problema de Ensino de Física? Como ir do simples ao complexo, ou de níveis básicos para níveis superiores no Ensino da Didática da Física? Como decidir qual a sequência de conteúdos que se deve dar em cursos associados à Didática da Física? Estes são questionamentos que motivaram esta pesquisa.

3.1. Entendendo a interdisciplinaridade no Ensino de Didática da Física

Após os itens apresentados nos capítulos anteriores, podemos verificar a necessidade da “interdisciplinaridade”, que pode ser entendida como uma forma de trabalho do professor da educação básica. Este trabalho exige que o professor universitário, que o forma, modifique seu ensino, passando de um discurso expositivo para estratégias, que considerem a diversidade e a interdisciplinaridade, na maneira como trata os conteúdos que leciona na graduação. Mas, também, a interdisciplinaridade pode ser entendida como uma característica dos processos de pesquisa do Ensino de Ciências, uma vez que pode ligar vários conhecimentos para propor a resolução de um problema de ensino. Ou ainda pode ser entendida, como o fundamento teórico de correntes pedagógicas que se embasam em conhecimentos de diversas disciplinas para orientar reformulações de estratégias de ensino.

Essa diferença de significados da interdisciplinaridade não deve ser tomada como negativa, pelo contrário. É o resultado dos diversos impactos que têm tido o discurso no campo da Educação, ao longo de sua história. Segundo Klein (1990), autora que estuda a história do uso do termo “interdisciplinaridade”, este termo tem sido entendido no último século como uma metodologia, um conceito, um processo, uma forma de pensamento, uma filosofia e uma reflexão ideológica.

A autora afirma que na prática tem sido entendido como a solução de um problema sob a atuação de profissionais de diversas disciplinas, ou como a “interdisciplinaridade individual”, ou seja, é um profissional que integra conhecimentos de diversos campos para conseguir a solução de um problema de seu campo de trabalho, ou como um conceito integrador que orienta a pesquisa científica, semelhante às teorias unificadoras das ciências exatas. Embora, sejam diferentes interpretações, Klein afirma que todas têm em comum a intenção de resolver problemas e responder questões que não puderam ser resolvidas, a partir de métodos simples ou enfoques particulares. Assim, mais do que decidir qual de todas é a interpretação mais pertinente, torna-se produtivo entender em que medida este discurso da interdisciplinaridade, em suas diversas formas, oferece respostas e progressos na construção de conhecimento.

No campo da Educação têm existido grandes controvérsias ao aplicar o conceito de interdisciplinaridade, uma vez que, é complexo caracterizar o fazer interdisciplinar de cada um dos atores de um processo educacional como alunos, professores, pesquisadores e políticos, com a respectiva complexidade que envolve entender a relação entre umas e outras formas de assumir e praticá-la. Segundo Klein (1990), as organizações curriculares universitárias têm sido estruturadas, principalmente a partir de duas perspectivas diferenciadas: como um todo integrado e, como um conjunto de disciplinas individuais que se inter-relacionam; mas nos dois casos há a problemática de descrever claramente quais são as conexões reais entre uma disciplina e outra. Nas últimas décadas, ampliou-se a controvérsia em torno de se na universidade é possível desenvolver apenas um trabalho interdisciplinar entre alguns campos disciplinares ou se é possível organizar cursos interdisciplinares, sob um conceito abrangente e unificador do conhecimento.

A questão da interdisciplinaridade praticada pelos atores envolvidos em processos educacionais é muito complexa e vasta, dado que precisa tomar posições a respeito de se é o pesquisador que faz o trabalho interdisciplinar para orientar os professores ou é o professor que pratica um ensino interdisciplinar ou se são os alunos (da graduação ou do nível básico) que devem inter-relacionar os conhecimentos aprendidos para constituir uma visão

interdisciplinar em torno de solução de problemas, ou todas as anteriores. Mas, além disso, segundo Klein (2007) há por trás, o problema da decisão de quando combinar as diversas disciplinas, em que grau e com qual metodologia para os diversos casos.

Frente à complexidade deste panorama, focaremos nosso trabalho no que concerne ao fazer interdisciplinar no ensino dentro dos cursos de formação de professores, especificamente nas disciplinas relacionadas com a Didática da Física. Partimos do pressuposto de que Educação e Ensino são dois campos que estão inteiramente ligados, mas se distanciam em seus objetos de pesquisa; isto é, no campo da Educação é importante estudar as organizações educacionais com seus objetivos e estruturas para responder a determinadas exigências da sociedade, entretanto, no campo de Ensino trabalha-se em função das exigências impostas pela necessidade de ensinar algo para contribuir com a conquista de objetivos educacionais, o qual já implica em tratamentos específicos do que se quer ensinar e, portanto, exige saberes particulares do professor.

Nesse sentido, concordamos com a perspectiva de Severino (2007), segundo a qual, o ensino é uma prática profissional com caráter mediador em relação à Educação. Segundo este autor, a educação, a partir de perspectivas interdisciplinares, tem entre seus objetivos, garantir a formação dos alunos para perceber as relações entre os diversos campos do saber, a fim de que possam entender tais relações em situações reais e práticas, assim, os alunos terão melhor compreensão da realidade social, política, científica, etc. e terão maior consciência da forma de se relacionar com sua cultura. Ele diz que,

Assim como a educação é um processo que só se legitima se estiver mediando a inserção das novas gerações no âmbito de suas mediações existenciais, o ensino, por sua vez, só se legitima se for processo mediador da educação. (SEVERINO, 2007, p. 37)

Reflexão que nos leva a questionar a maneira como deve ser o ensino para conseguir objetivos, por exemplo, nesta visão de “educação a partir de perspectivas interdisciplinares”; o que é “interdisciplinar” na teoria e na prática do ensino e, ainda, no ensino para diversos níveis de educação em torno de conteúdos científicos?

Sem saber como dar resposta a esta questão, arriscamos dizer que, ao menos, é preciso entender que se o objetivo da educação na graduação é formar o licenciando para um futuro desempenho profissional baseado na interdisciplinaridade, o professor universitário que forma tal licenciando, deve desenvolver um trabalho baseado na interdisciplinaridade para ensinar, conseqüentemente, utilizando a mesma metodologia que pretende ensinar. Mas, isto coloca a questão, em quais fundamentos teóricos: os que orientam a prática do professor universitário

de Física ou de Didática da Física, a fim de conseguir formar o licenciando para um ensino com base na interdisciplinaridade?

Esta questão leva-nos a refletir acerca dos fundamentos da prática do professor universitário. O conhecimento que o professor universitário ensina em relação a outras disciplinas e a coerência entre os objetivos educacionais da universidade (objetivos que espera conseguir com os licenciandos) e os da escola básica (objetivos que espera que os licenciandos consigam com seus respectivos futuros alunos), uma vez que os objetivos educacionais da formação de professores são uns e os da formação da juventude são outros. Tais objetivos estão relacionados, mas não devem ser confundidos.

Em consequência o ensino precisa ser diferenciado, como também precisa ser diferenciado o tipo de pesquisa que cada um destes profissionais desenvolve em condições rotineiras, já que o professor universitário se envolve em atividades científicas acadêmicas e o professor de nível básico se envolve em atividades científicas escolares, sem querer dizer que um seja mais importante do que o outro, mas ambos precisam de conhecimentos específicos de acordo com o caso.

Para os propósitos deste trabalho, focaremos na reflexão sobre as especificidades da pesquisa acadêmica do professor universitário e suas possibilidades de desenvolver um trabalho interdisciplinar na formação inicial de professores. Assim, consideramos a perspectiva que define o trabalho interdisciplinar do professor universitário e ainda do pesquisador que aprofunda em seu campo de conhecimento, como uma “interdisciplinaridade individual”, já que usualmente estes profissionais encontram-se resolvendo problemas nos quais não é possível, e talvez, nem pertinente, contar com a atuação direta de várias pessoas num mesmo processo, mas é conveniente se servir de conhecimentos de diversas disciplinas para constituir uma possível solução aos próprios problemas.

Atualmente, este propósito torna-se mais viável ao considerar a existência das diversas linhas de pesquisa da área, como foi apresentado no item anterior, as quais estudam cada vez mais, com maior profundidade, a inter-relação de conhecimentos vindos de disciplinas como Filosofia, História, Epistemologia, Linguagem, etc., para enriquecimento de novas perspectivas de ensino na formação de professores.

De acordo com Klein (1990), a “interdisciplinaridade individual” é possível de ser realizada de forma mais apropriada no âmbito universitário, e especificamente, pelos pesquisadores, uma vez que são as pessoas do mundo acadêmico que contam com as melhores condições para desenvolvê-la, pois têm credibilidade e podem ter desenvolvido mais paciência, flexibilidade e sensibilidade do que outros, segundo a autora,

Pesquisas amplamente documentadas dos modelos de cursos acadêmicos, mostram que pesquisadores experientes da faculdade são os mais aptos para desenvolver atividades interdisciplinares. Eles são quem pode arriscar a trabalhar tempo extra fora de seus compromissos padrão com a disciplina, e são eles que eventualmente precisam de novos desafios (...) a tendência de estudar problemas além do próprio campo disciplinar, é de fato, visto como uma característica normal de pesquisadores altamente ativos. (KLEIN, 1990, p.182-183³)

A pessoa que desenvolve trabalho interdisciplinar individual está sempre analisando possíveis novas situações, sempre aprendendo como aprender. Assim, desenvolver um processo interdisciplinar não é questão de aplicar um determinado conteúdo. É um processo que começa com a formulação de um problema ou um tópico em estudo e que vai, gradativamente, constituindo maiores sínteses de conhecimentos para resolvê-lo, mas não possui regras específicas para sua construção, porque há diversos caminhos de desenvolvimento em função das características do pesquisador e do problema em estudo. Portanto, consideramos que o professor formador de professores que tem compromissos com o ensino e também com a pesquisa, enquadra no perfil de profissional apto para o trabalho interdisciplinar individual, já que este profissional produz conhecimento para o ensino universitário, seja para utilizá-lo em suas atividades de ensino e/ou pesquisa ou para oferecer material de reflexão ou de consulta a outros profissionais do mesmo campo.

Portanto, consideramos que o trabalho interdisciplinar do professor universitário deve estar em constante relação com resultados de pesquisa que lhe permitam ir além da prática simples ou além de assumir práticas pré-estabelecidas sem maiores análises ou reflexões sobre elas. Para o caso da formação de professores de Física, é preciso, então, considerar resultados de pesquisa que permitam orientar o licenciando, tanto na maior compreensão do conhecimento científico que vai ensinar (a Física), quanto do conhecimento que lhe permite entender o contexto no qual vai ensinar, os objetivos de ensinar e as estratégias de ensino, a fim de conseguir os objetivos educacionais do contexto.

Mas, como é que o professor universitário, formador de professores, pode ensinar ao licenciando a inter-relacionar diversos conhecimentos, visando formá-lo para que organize suas próprias estratégias de ensino?

Nesse ponto, consideramos vital estabelecer uma relação entre as propostas dos pesquisadores da área e a prática profissional do ensino dessa área. Por exemplo, no Brasil existe uma área de pesquisa em Ensino de Ciências e, dentro desta área, existe uma ampla diversidade de linhas de pesquisa, que tomam contributos de diversos campos de

³ Texto traduzido livremente pelos autores deste trabalho.

conhecimento para elaborar propostas de ensino, tanto na formação inicial e continuada de professores, quanto na prática de ensino no nível básico, e portanto, são conhecimentos que podem ser aproveitados para repensar práticas de ensino.

Mostramos ainda, no item anterior, que existe uma crescente demanda para maiores pesquisas nas Didáticas específicas, que poderia parecer paradoxal se o desenvolvimento de Didáticas específicas é entendido como uma especialização num pequeno campo de conhecimento, o qual iria contra a solicitação de considerar maior “interdisciplinaridade” no ensino e na pesquisa em ensino. Porém, segundo a perspectiva que nos propomos a desenvolver nesta tese, não é paradoxal, mas coerente, uma vez que o fato de cada disciplina ter sua própria epistemologia e, portanto, exija estudos diferenciados para seu ensino, não implica que tal ensino seja desarticulado do resto dos conhecimentos disciplinares; pelo contrário, exige que a pesquisa em Ensino, de um campo específico, aproveite os avanços conseguidos em diversas disciplinas do conhecimento para enriquecer sua fundamentação e melhorar sua prática.

Pensando no caso da formação de professores de Física e, particularmente, na formação que é oferecida aos licenciandos em disciplinas associadas à Didática da Física, consideramos vital entender a diferença existente entre a prática docente do professor universitário e a do professor de educação básica e ainda o tipo de pesquisa que pode ser desenvolvida por cada um destes profissionais, uma vez que os dois trabalham sob objetivos educacionais, realidades e sujeitos diferenciados. Por exemplo, o professor universitário de Didática da Física ensina como entender os processos de ensino e aprendizagem da Física, enquanto o professor de nível básico ensina Física. Porém, os dois podem se embasar em resultados de pesquisa para aprimorar suas práticas com as adequações necessárias aos contextos ou também podem desenvolver pesquisa, sempre que se tenha plena consciência de que o labor do professor-pesquisador, em qualquer dos casos, precisa de especial preparo e condições adequadas.

Assim, o profissional que possui as condições mais apropriadas para desenvolver trabalho interdisciplinar é o professor universitário, que pesquisa o campo que leciona, enquanto os pesquisadores, por exemplo do ensino a partir da perspectiva CTS, ou do ensino em torno à História da Física, oferecem resultados nestes aspectos, mas não em todos os aspectos que o professor de uma disciplina, como “Metodologia e prática de ensino de Física” deve considerar para formar o licenciando. Mas também, o professor universitário que não pesquisa a disciplina que ministra, pode bem ser usuário do conhecimento produzido pelos

pesquisadores desta área, mas de qualquer forma precisa entender o caráter interdisciplinar do conhecimento que leciona.

Entretanto o licenciando, futuro professor de outros públicos não universitários, precisa ensinar Física, de forma tal, que contribua de maneira efetiva na formação integral dos sujeitos enquanto cidadãos, assim o licenciando precisa ser consciente do nível de seus conhecimentos de Física, das razões pelas quais vai ensiná-la, das diversas possibilidades de métodos de tratamento de conteúdos e da forma de como aproveitar os resultados de pesquisa em diversos campos. O futuro aluno do licenciando não precisa entender tudo o que o licenciando entende, ele só precisa crescer e se desenvolver tendo como meio o aprendizado de todos os conhecimentos escolares, incluído o da Física.

Significa que não se espera que o professor universitário ensine receitas de ensino para o licenciando, já que construir a “receita”, ou melhor dito, as estratégias de ensino, é algo que compete exclusivamente a cada profissional. A função do professor universitário é desenvolver um trabalho interdisciplinar, que lhe permita formar o licenciando para se reconhecer como profissional do ensino de Física, (re)conhecendo suas formas de interação entre diversos campos de conhecimento. É nesta linha de raciocínio que pretendemos desenvolver esta tese, buscando organizar uma estruturação básica para o Ensino da Didática da Física na formação inicial de professores, que considere os aspectos anteriormente relacionados.

Para tanto, assumimo-nos como professores que pesquisam o Ensino da Didática da Física, a fim de construir um caminho, que permita entender critérios para aproveitar resultados de pesquisa vindos de diversos campos disciplinares, com plena consciência de que não somos especialistas em nenhum desses campos, mas que temos um problema a resolver que precisa de tais resultados, entendendo a interdisciplinaridade, a partir da existência das disciplinas e da pesquisa nas diversas disciplinas com diferentes inter-relações entre elas. Gostaríamos finalmente de salientar que esta proposta não tem a pretensão de ser uma “superdisciplina”, que englobe muitas disciplinas, ela pretende contribuir na construção de um campo que estude as possibilidades reais de inter-relacionar diversos saberes na solução de problemas associados à formação para o ensino de Física.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Neste capítulo apresentamos o problema em torno do qual se desenvolve a pesquisa, as perguntas cujas respostas nos auxiliam a elaborar uma proposta para solucionar o problema, a natureza desta pesquisa com base na perspectiva a partir da qual se constituíram e analisaram os dados e uma breve fundamentação teórica.

4.1. Problema e questões de pesquisa

Antes de formular nosso problema, gostaríamos de apresentar algumas considerações, a fim de explicitar a perspectiva, a partir da qual se constituiu tanto o problema quanto a forma de resolvê-lo. Em primeiro lugar e, de acordo com o levantamento na literatura apresentado anteriormente, concordamos que exista uma área consolidada de Ensino das Ciências, mas que há a necessidade de maior pesquisa no campo das Didáticas específicas. Também a partir da literatura, entendemos que não há linhas determinadas que definam conteúdos específicos para este campo, e sim, consensos gerais em aspectos, como: a existência de problemáticas na formação inicial de professores; a necessária relação entre pesquisa e docência; e também a necessidade de maior interação entre os resultados das pesquisas neste campo e as práticas em sala de aula no nível universitário.

Em segundo lugar, consideramos que é preciso entender que as disciplinas associadas à Didática da Física não obedecem à lógica das disciplinas de Física, uma vez que o tratamento dos conteúdos da Física, neste campo, não se dá, exclusivamente, para estudar os fenômenos físicos, mas para estudar estratégias de seu ensino. Também não obedece à lógica das disciplinas de Educação, uma vez que estuda o comportamento dos sujeitos em contexto e os sistemas educativos, a fim de contribuir na formulação de estratégias de ensino da Física em diversas situações e sob diversos condicionantes. Portanto, consideramos fundamental entender a complexidade de relacionar conteúdos de diversas disciplinas, visando ensinar a ensinar Física.

Em terceiro lugar, consideramos que a formação em Didática da Física deve contribuir de forma que o licenciando construa sua própria identidade com a profissão docente, para a qual é necessário formá-lo na crítica reflexiva de sua própria prática e seu próprio conhecimento e também para que seja capaz de aproveitar e utilizar resultados de pesquisa em Ensino de Física.

Por último, consideramos que a Didática da Física deve possuir um corpo próprio de conteúdos a serem ensinados para que o licenciando aprenda a ensinar Física, ou seja, que o futuro professor compreenda o que irá ensinar, como, por que e para quem.

Desta forma, nosso problema é:

Como devem ser estruturados objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física, na formação inicial de professores, com o objetivo de garantir coerência entre o que se faz em sala de aula e o que se pretende ensinar?

Dado que o problema se enquadra no contexto educacional da formação de professores, consideramos que sua solução leve em conta as perspectivas de diferentes atores envolvidos no processo da formação em Didática da Física. Assim, optamos por desdobrar o problema em duas questões de pesquisa.

A primeira, diz respeito à possível ligação que possa existir entre: as propostas da literatura; a forma como é entendida a Didática da Física por pesquisadores do ensino da Física; a função que ela tem nas estruturas curriculares da formação de professores de Física e; as expectativas dos licenciandos, a fim de organizar uma estrutura teórica de objetivos, conteúdos e metodologias da Didática da Física, que responda as principais preocupações destes diferentes atores.

A segunda, questiona as possibilidades de levar à prática uma proposta de estrutura teórica do Ensino de Didática da Física, elaborada com base nos resultados da primeira questão. Nesta questão, propomo-nos a elaborar um plano de curso, que possa ser desenvolvido, a fim de avaliar a validade da proposta, por meio da análise do impacto que possa produzir nos licenciandos e também da análise de sua coerência.

Assim, as duas questões de pesquisa podem assim ser colocadas:

1. Quais Dimensões do Ensino da Didática da Física poderiam ser entendidas em um corpo de conhecimentos teóricos visando estruturar seus objetivos, conteúdos e metodologias?

2. Por meio de quais metodologias e atividades específicas poderíamos levar à prática o ensino dos conhecimentos organizados para formar em Didática da Física?

A fim de responder à primeira questão, desenvolvemos três estudos a fim de considerar, além do exposto na literatura, anteriormente, a saber: o que os pesquisadores de Ensino de Física no Brasil consideram que deve ser estudado neste campo; como é entendida a formação para o Ensino da Física nas organizações curriculares de cursos de Licenciatura em Física e; o que os licenciandos esperam aprender neste campo. Os resultados destes três estudos foram comparados para consolidar possíveis objetivos de ensinar a Didática da Física

na formação inicial de professores, possíveis conteúdos a serem ensinados e uma perspectiva de metodologias que resultariam coerentes com os aspectos anteriores.

Respectivamente, a fim de responder à segunda questão, elaboramos um plano de curso de Didática da Física, que foi desenvolvido e analisado durante o primeiro semestre do ano de 2012. Na ocasião, a disciplina foi ministrada para uma turma de licenciandos de sétimo semestre de um curso de Licenciatura em Física, de uma universidade do interior do Estado de São Paulo. A estrutura do curso foi embasada na proposta de dimensões, definindo objetivos, conteúdos e metodologias em acordo com os condicionantes do contexto.

4.2. Fontes de informação e instrumentos de pesquisa

Nos três estudos que forneceram informações para responder à primeira questão, utilizamos os seguintes recursos: o questionário que foi aplicado aos pesquisadores de ensino de Física no Brasil; um levantamento documental das estruturas curriculares de um grupo de cursos de Licenciatura em Física de diversas universidades do Brasil e; a observação participante de um grupo de alunos da disciplina de “Metodologia e prática de ensino de Física III e IV”, de um curso de Licenciatura em Física durante um ano. Dado que os três estudos foram realizados quase que paralelamente, as informações obtidas em um estudo não dão continuidade às obtidas por outro, mas foram investigadas com o objetivo de serem complementares.

Nos três casos foram analisados os materiais, por meio de análise de conteúdo e sua comparação se fez com base na ideia de triangulação, especificamente do tipo “triangulação de dados” de acordo com as tipologias apresentadas por Flick (2004), segundo o qual se usa diferentes fontes de dados, a fim de permitir ao pesquisador maior rendimento teórico, possibilitando um excedente principal de conhecimento, fundamentação acima da qual, propusemos as Dimensões do Ensino de Didática da Física.

Para a elaboração do plano de curso a ser desenvolvido em busca da resolução da segunda questão, embasamo-nos em resultados de pesquisa da área que oferecessem ideias, materiais e conteúdos para serem trabalhados em sala de aula, a fim de responder aos objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física, segundo nossa proposta.

Embora o curso tenha sido planejado previamente a seu desenvolvimento, o mesmo sofreu alterações ao longo de seu desenvolvimento, principalmente em relação às condições de execução e das respostas que foram dando os licenciandos paulatinamente, pois foram

analisadas e interpretadas no final de cada aula e, também, foram interpretados os resultados obtidos na retroalimentação e avaliação, em três momentos durante o semestre.

A produção textual dos licenciandos, durante o desenvolvimento do curso, foi a principal fonte de informações que seriam analisadas por meio de técnicas de análise textual discursiva. Em todas as atividades, levamos os licenciandos à produção escrita, aplicando questionários ou desenvolvendo exercícios, que os levassem a redigir suas opiniões, aprendizados, propostas, críticas, etc. Levantamos também informações a partir da retroalimentação, que lhes foi mostrada em três momentos durante o semestre, a fim de lhes permitir conhecer quais as nossas reflexões iniciais acerca de suas falas e também de conhecer a reação ou resposta deles, as quais nos deram elementos para ajustar os conteúdos e metodologias das futuras aulas, buscando levá-los sempre a maiores níveis de reflexão crítica a respeito do fazer profissional do professor de Física.

Portanto, de forma resumida, as fontes de informação nas diferentes fases da pesquisa foram:

- *Documentos*: livros resultantes de pesquisa, artigos, currículos na plataforma *Lattes*, projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Física, página virtual do MEC, textos produzidos como resultado das respostas a questionários, descrições estatísticas e relatórios de observações em sala de aula. Para sua análise, utilizamos os roteiros de análise de conteúdo.

- *Sujeitos*: pesquisadores na área de ensino de Física do Brasil e estudantes da Licenciatura em Física. Foram utilizados instrumentos como o questionário, a observação participante aberta e a intervenção em sala de aula, com registro em fichas de observação e produção escrita dos licenciandos.

- *Espaços*: as disciplinas de “Metodologia e Prática de ensino de Física III, e IV” e, a disciplina “Didática das ciências” do curso de Licenciatura em Física, de uma universidade pública do interior do Estado de São Paulo.

4.3. Natureza da pesquisa

Esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, dado que o problema de pesquisa surgiu a partir de reflexões pessoais, que levaram a um estudo bibliográfico, permitindo consolidar o problema e desdobrá-lo em duas questões. Esta resolução implicou que a pesquisadora formasse parte integrante do processo de estudo do fenômeno e proposta de solução do problema, ao interpretar uma realidade, explicar a problemática do Ensino da Didática da Física e desenvolver uma proposta de estruturação de conteúdos, estabelecendo uma ligação entre a teoria e a prática. Portanto, este trabalho inscreve-se dentro da pesquisa qualitativa em

Educação, especificamente na área de Ensino de Ciências para formação inicial de professores, buscando principalmente oferecer recursos que possam orientar as ações dos docentes que atuam nesta área.

Caracterizamos, então, a tipologia da pesquisa, como uma pesquisa ativa do tipo “pesquisa-intervenção”, entendida no sentido apresentado por Chizzotti (2003), segundo o qual, a pesquisa ativa não necessariamente obedece ao modelo da pesquisa-ação, que foi proposto originalmente, já que tanto na Europa quanto no mundo Anglo-saxônico foram-se ampliando os conceitos e as práticas deste tipo de pesquisa, mas entendida no sentido de que a intervenção pode ter diversas funções no estudo do fenômeno, sempre em torno de algum tipo de relação participante dos agentes que partilham o processo.

Nesse caso, tal relação participante deu-se, principalmente, na confrontação entre a proposta teórica das dimensões do Ensino da Didática da Física e as possibilidades práticas da mesma. A pesquisadora partiu do pressuposto de que para ensinar algo é preciso saber o que é que vai ser ensinado, como e o porquê, o que levou à necessidade de compreender a realidade do Ensino da Didática da Física. A partir de três estudos, cujo objetivo era explicar que existe uma problemática na forma como podem ser entendidos os objetivos, conteúdos e metodologias neste campo, para, posteriormente, propor um possível caminho na transformação desta realidade, elaborando uma estrutura que permitisse organizar sua prática de ensino, e finalmente, realizá-la, a fim de conectar a proposta teórica com as possibilidades reais na prática, consolidando a proposta.

A proposta foi desenvolvida no contexto da disciplina de “Didática das Ciências” de um curso de Licenciatura em Física. Por se tratar de uma atividade real de ensino, tivemos a possibilidade de interagir com um grupo de licenciandos conscientes de que faziam parte de um processo de pesquisa e que sua colaboração quanto a produção textual, ao longo do curso, nos auxiliaram a investigar o impacto das atividades realizadas em sua formação para o ensino de Física. Todavia, os licenciandos não podem ser compreendidos como colaboradores da pesquisa, mas como os propiciadores (o meio) pelo qual a pesquisa se desenvolveu

Assim, esta é uma pesquisa de natureza qualitativa que se inscreve na busca pela compreensão do fenômeno do Ensino de Didática da Física no nível universitário, fenômeno a respeito do qual a literatura já apresenta conhecimentos, mas que precisa de análises através de novos vieses.

4.4. Fundamentação teórica para a constituição e análise dos dados

Neste item, propomo-nos a apresentar descrições breves das teorias que deram fundamento às metodologias de constituição e análise dos dados da pesquisa, embasando-nos nas obras dos autores que foram considerados.

4.4.1 Pesquisa qualitativa

De acordo com Denzin e Lincoln (2006) a pesquisa qualitativa surgiu no campo da Sociologia nas décadas de 1920 e 1930, com o objetivo de estudar a vida de grupos humanos, e complementou-se com conhecimentos de outras áreas, como a Antropologia, que ofereceu métodos de trabalho de campo. Rapidamente a pesquisa qualitativa passou a ser utilizada em outras disciplinas das Ciências Sociais e comportamentais, incluindo a educação, a história, a ciência política, os negócios, a medicina, a enfermagem, assistência social e as comunicações. Os autores afirmam que “a pesquisa qualitativa como um conjunto de atividades interpretativas, não privilegia nenhuma única prática metodológica em relação à outra [...] nem possui um conjunto distinto de métodos ou práticas que seja inteiramente seu” (DENZIN e LINCOLN, 2006, p.20). Porém, segundo Flick (2008/2009), é possível identificar algumas características comuns, tendo em conta que o objetivo principal é entender, descrever e, às vezes, explicar os fenômenos sociais, a partir de perspectivas diferentes. Assim, este tipo de pesquisa: analisa experiências de indivíduos ou grupos; examina interações e comunicações, que estejam se desenvolvendo; e investiga documentos ou traços semelhantes de experiências ou interações.

As técnicas de coleta de dados e metodologias de análise utilizadas pelos pesquisadores qualitativos são diversas. Segundo Denzin e Lincoln (2006), comumente são utilizados métodos, como a entrevista, textos observacionais, observação participante, estudo de caso, entre outros. E aplicam-se análises do tipo: semiótica, narrativa, do conteúdo, do discurso, de arquivos, fonêmica, etc. Esta diversidade abre um amplo panorama de opções de desenvolvimento da pesquisa qualitativa, cuja qualidade demanda rigorosidade quanto às técnicas empregadas. Segundo Flick (2008/2009) é importante saber administrar a diversidade por meio de estratégias que permitam superar visões e explicações simples tiradas dos materiais, que podem levar a análises superficiais.

Uma das estratégias mais difundidas para melhorar a qualidade da pesquisa qualitativa é a chamada “triangulação”. Técnica pela qual se assumem diferentes perspectivas com relação a uma questão em estudo. Este autor apresenta quatro tipos de triangulação:

- *Triangulação de dados*: consiste em usar diferentes fontes de dados para estudar um mesmo campo, a fim de ampliar o conhecimento do objeto de estudo;
- *Triangulação de investigadores*: consiste em utilizar diferentes observadores ou entrevistadores para revelar e minimizar vieses vindos do pesquisador individual;
- *Triangulação de teorias*: consiste em experimentar uma ou outra teoria para analisar os dados ou usar diferentes teorias para explicar um fenômeno;
- *Triangulação de métodos*: distinguem-se duas alternativas - a triangulação dentro de métodos (tratamento de uma mesma técnica de coleta de dados com diferentes métodos) e entre métodos (combinação de diferentes métodos, a fim de limitar a relatividade).

4.4.2. Pesquisa qualitativa em educação

O estudo dos fenômenos educacionais seguiram por muito tempo os modelos utilizados no desenvolvimento das Ciências Físicas e Naturais, procurando a construção de um conhecimento científico. Assim, tratava-se de isolar variáveis e simular um laboratório experimental, analisando as suas influências acerca do fenômeno em questão. Mas, de acordo com Lüdke e André (1986), a experiência mostrou que em educação, ao invés de ter a ação de uma variável independente, produzindo efeito sobre uma dependente, o que ocorre é a múltipla ação de inúmeras variáveis agindo e interagindo ao mesmo tempo.

A pesquisa qualitativa em Educação, segundo Gomez (2007), não visa medir variáveis, mas entendê-las; não tem começo nem fim, mas momentos de tomada de dados e é capaz de conviver com paradoxos, incertezas, dilemas e ambiguidades. Portanto, as metodologias são variadas em função do objeto de estudo. Pode partir da realidade e interagir com ela, partir da realidade para chegar a uma teorização ou desenvolver um processo que em si ofereça diferentes formas dos participantes intervir ou descrever uma determinada realidade de forma aprofundada e densa. No geral, as etapas do processo podem ser compreendidas como fase preparatória, trabalho de campo, fase analítica, fase informativa e comunicação de resultados.

4.4.3. Pesquisa-intervenção

De acordo com Chizzotti (2003), o pesquisador é parte fundamental da pesquisa qualitativa, pois deve assumir uma atitude aberta e uma conduta participante para alcançar a compreensão global do fenômeno, bem como interagir com os sujeitos envolvidos no fenômeno em estudo. Entretanto, não existem regras para decidir qual a melhor metodologia ou a melhor forma de participação, pois tais escolhas dependem das características do fenômeno estudado e do pesquisador:

A pesquisa é uma criação que mobiliza a acuidade inventiva do pesquisador, sua habilidade artesanal e sua perspicácia para elaborar a metodologia adequada ao campo de pesquisa, aos problemas que ele enfrenta com as pessoas que participam da investigação. (CHIZZOTTI, 2003, p.85)

O processo de pesquisa qualitativa não obedece a padrões, mas diversas possibilidades de desenvolvimento, sendo determinante o trabalho criativo do pesquisador. De qualquer forma, existem algumas orientações gerais que permitam resolver as questões, tendo como resultado a transformação de uma realidade: as pesquisas *descritivas* que objetivam revelar os problemas; as *avaliativas*, que descrevem os problemas e trabalham os encaminhamentos necessários, e; as *interventivas*, que objetivam organizar uma mudança deliberada nas situações indesejadas.

Assim, a pesquisa-intervenção vem sendo utilizada nas últimas décadas em diversas modalidades, em função dos diversos campos disciplinares em que é utilizada e também, em função das diferentes perspectivas que orientam a intervenção, o que tem levado à criação de diferentes concepções e práticas que se distanciam das pesquisas ativas que surgiram em suas origens. Atualmente, as tendências de pesquisa ativa procuram ultrapassar a pesquisa-ação, para assumir intervenções de tipo psicossociológicas em diversos níveis, desde terapia de grupo até mudança organizacional de empresas ou departamentos. (CHIZZOTTI, 2003)

Por sua vez, Miranda e Resende (2006) ao estudarem a pesquisa-ação em educação, entendem que o pesquisador deste campo deve saber articular teoria e prática no processo de construção de conhecimento, sendo importante a intervenção na realidade, em torno da qual se articulam a reflexão e a prática, a ação e o pensamento. Assim, a pesquisa-ação pode ser entendida, atualmente, mais como um posicionamento epistemológico do que como uma metodologia. Segundo as autoras:

a pesquisa-ação, mais do que uma abordagem metodológica, é um posicionamento diante de questões epistemológicas fundamentais, como a relação entre sujeito e objeto, teoria e prática, reforma e transformação social. (MIRANDA e RESENDE, 2006, p.516)

Com respeito a esta questão, compreendemos que seja necessário tomar cuidado com os riscos de limitar a intervenção à mera prática, perdendo a relação com a teoria, que permite entender melhor a realidade estudada, portanto é importante evitar que a ação prime sobre a reflexão, a prática sobre a teoria ou a experiência sobre o pensamento, uma vez que, segundo as autoras, isso leva a uma visão reduzida das pesquisas ativas, assumidas ora como mero praticismo e ora como mera instrumentalização teórica.

4.4.4. Análise de conteúdo

A análise de conteúdo, segundo Bardin (1977/2002), é um conjunto de técnicas de análise das comunicações por meio de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, a fim de obter indicadores quantitativos ou não, que permitam inferir conhecimentos relacionados com as condições de produção e recepção de tais mensagens. O procedimento, em geral, tem etapas como: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A pré-análise é fundamentalmente temática. É o momento em que o analista busca por “núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição, pode ter algum significado para o objetivo analítico escolhido. Já a exploração do material implica codificar, por meio do estabelecimento de unidades de registro e de contexto, regras de enumeração e análises qualitativas e quantitativas para, posteriormente, categorizar, ou seja, classificar os elementos que constituem conjuntos com critérios previamente definidos, a fim de constituir resultados dos quais possam ser feitas inferências.

As inferências realizadas pelo analista de conteúdo devem ir além de descrições superficiais, ou seja, deve primar por compreensões mais profundas das mensagens. Para isso, o analista deve considerar as condições de produção e a variedade de possíveis significados que uma mensagem pode carregar, tanto para seu autor como para seu interpretante. Por fim, as inferências pautadas na análise de conteúdo auxiliam o analista a elaborar novos conhecimentos sobre este campo de estudo.

Para a realização de sua tarefa, o analista conta com uma série de técnicas de análise ao seu dispor: análise categorial, análise de avaliação (medida das atitudes), análise da enunciação (comunicação como processo e não como dado), análise estrutural e análise de discurso (processo de produção, condições de produção, estrutura linguística).

4.4.5. Análise textual discursiva

Segundo Moraes e Galiuzzi (2007), a análise textual discursiva pode ser feita a partir de materiais obtidos de diversas origens: entrevistas, registros de observações, depoimentos de participantes, gravações de aulas, discussões de grupos, diálogos de diferentes interlocutores, além de outros. Ela pode ser desenvolvida em quatro etapas, sendo que as três primeiras constituem o conteúdo principal, por meio de um ciclo que não necessariamente evolui em forma linear e unidirecional, mas que pode se enriquecer, simultaneamente, como um sistema complexo e auto-organizado. São elas: unitarização, categorização, captura do novo emergente e análise.

Na unitarização desmontam-se os textos, ou seja, os textos são fragmentados em unidades constituintes e enunciados referentes a fenômenos estudados. Na categorização estabelecem-se relações entre as unidades de base, combinando-as e classificando-as, reunindo esses elementos unitários na formação de conjuntos que congreguem elementos próximos, resultando daí, sistemas de categorias. Para captura do novo emergente é preciso impregnar-se intensamente com os materiais produzidos nos dois passos anteriores, procurando uma compreensão renovada do todo, que permitirá a produção de um metatexto, ao explicitar tal compreensão com fins comunicativos. A análise pode ser compreendida como um processo auto-organizado do qual emergem novas compreensões, cujos resultados não podem ser previstos. Portanto, são originais e criativos.

Sintetizando, a análise textual discursiva parte de um conjunto de pressupostos em relação à leitura dos textos examinados; os materiais analisados constituem um conjunto de significantes; o pesquisador atribui a eles significados a partir de seus conhecimentos, intenções e teorias; e a emergência e comunicação desses novos sentidos e significados são os objetivos da análise.

5. PROPOSTA DE DIMENSÕES DO ENSINO DE DIDÁTICA DA FÍSICA

Dois pressupostos fundamentam a metodologia empregada para chegar à constituição da resposta às possíveis dimensões do Ensino da Didática da Física. De um lado, temos, na literatura da área de Ensino de Ciências, um consenso geral da necessidade de melhorar a formação para o ensino na formação inicial de professores e os rumos que deve tomar esta formação, porém, sem consenso específico a respeito dos conteúdos e metodologias a serem utilizadas para dar conta de tais consensos. Por exemplo, há consenso de que os conhecimentos da Didática se relacionam com conhecimentos de diversos campos disciplinares, porém, há diversas perspectivas acerca do que isso significa na hora de trabalhar tópicos específicos de Ciências em sala de aula, e ainda nas formas do professor intervir e de considerar as representações dos licenciandos.

De outro lado, pressupomos que esta proposta deve dar-se em acordo com as orientações gerais da literatura e também em acordo com as convicções dos atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem da Didática da Física. Assim, propomo-nos a comparar as orientações gerais obtidas no levantamento da literatura com as convicções ou ideias apresentadas por pesquisadores, professores e alunos envolvidos no campo da Didática da Física. Para tanto, selecionamos três atores no contexto brasileiro: pesquisadores do ensino de Física; organizações curriculares de cursos de Licenciatura em Física e licenciandos. O primeiro estudo objetivou mapear os “objetos de estudo” da pesquisa em ensino de Física, o segundo objetivou compreender a função que cumpre o Ensino da Didática da Física nos currículos de Licenciatura em Física e o terceiro, conhecer qual o sentido que um grupo de estudantes da Licenciatura em Física dão ao aprendizado de conteúdos, que visam formá-los para o ensino da Física.

Neste capítulo apresentamos, em primeiro lugar, uma breve descrição das características dos três estudos desenvolvidos e os resultados obtidos em cada um. Em segundo, a proposta de possíveis objetivos, conteúdos e metodologias do Ensino da Didática da Física, ao comparar as conclusões dos três estudos com algumas propostas da literatura na área, e finalmente, a proposta de definição de três dimensões para o Ensino da Didática da Física.

5.1. Três estudos visando subsidiar o planejamento do Ensino da Didática da Física

Salientamos que o conteúdo completo dos três estudos não é apresentado neste capítulo, dada sua extensão e também devido ao fato de que neste ponto gostaríamos apenas de ressaltar as principais conclusões que conseguimos organizar a partir deles, a fim de contribuir em nosso propósito de estudar as características da Didática da Física. No entanto, eles são apresentados na íntegra nos Apêndices relacionados a seguir.

5.1.1. Colocações dos pesquisadores brasileiros em Ensino de Física

Ver texto completo da análise das respostas dos pesquisadores no Apêndice A (p.171). Para este estudo começamos com a seleção do grupo de pesquisadores da área de Ensino de Física no Brasil, para o qual se fez uma busca de informação e organização, por meio de descrições estatísticas. Depois de selecionar o grupo de pesquisadores a ser estudado, elaboramos um questionário politêmico para indagar pelas metodologias, referenciais teóricos e objetos de estudo da pesquisa em Ensino de Física. Este questionário foi constituído por seis questões, das quais, duas foram fechadas, três foram dependentes e uma foi aberta, embasando-nos na proposta teórica de elaboração de questionários apresentada por Gil (1985/2008).

Na análise das respostas aos questionários, combinamos técnicas de análise de conteúdo para as respostas das questões um à cinco, com técnicas de análise textual discursiva para as respostas à questão seis. Para a análise de conteúdo embasamo-nos na perspectiva de Bardin (1977/2002) a partir de um conjunto de técnicas de análise que permitem a inferência de conhecimento das comunicações, mediante indicadores quantitativos ou não. Entretanto, para a análise textual discursiva trabalhamos a proposta de Moraes e Galiuzzi (2007). Fomos então do quantitativo para o qualitativo, numa sequência que concorda com a proposta de Flick (2008/2009), que reflete no uso de técnicas quantitativas e qualitativas (entre outras combinações quanti/quali), a fim de permitir maiores possibilidades de produção de conhecimento.

Em conclusão, este estudo desenvolvido a partir das definições dos “objetos de estudo” da pesquisa em ensino de Física por parte de um grupo de pesquisadores brasileiros, mostrou que não existe um grupo definido e limitado de objetos de pesquisa, mas uma diversidade de interesses de pesquisa, porém, os objetos mencionados podem ser agrupados em, pelo menos, três núcleos interligados: ensino e aprendizagem da Física em diversos contextos; objetivos, posições políticas e organizações curriculares para o Ensino de Física e

processos em sala de aula, considerando todas as variáveis que intervêm : sujeitos, condições, recursos e conteúdos. Mas, todavia, mantivemos ciência de que todos os objetos de um grupo se relacionam de algum modo com os objetos dos outros, uma vez que perdem sentido, quando trabalhados isoladamente.

Também permitiu constatar o caráter inter e multidisciplinar da pesquisa na área, ao entender que os pesquisadores além de considerarem resultados de pesquisa em Ensino de Física, consideram aportes com base em disciplinas da educação, das ciências exatas, das ciências humanas, e da área de ensino de ciências, que apresenta um importante desdobramento de tópicos.

5.1.2. Características da presença de disciplinas de Didática da Física em currículos de Licenciatura em Física do Brasil

Neste estudo, objetivamos compreender a função que se propõe cumprir o Ensino da Didática da Física dentro das estruturas curriculares de cursos de Licenciatura em Física (Cfm Apêndice B, p. 188) . Buscamos mapear a presença e os objetivos das disciplinas que visam contribuir à formação para o Ensino da Física.

Desenvolvemos uma análise de conteúdo, considerando a perspectiva apresentada por Bardin (1977/2002). Para a constituição do *corpus* a ser analisado, procuramos informação sobre Projetos Pedagógicos de cursos de Licenciatura em Física no Brasil e organizamos uma descrição estatística, embasando-nos mais uma vez em Flick (2008/2009) e também em Gomez (2007), na perspectiva da pesquisa qualitativa e quantitativa no âmbito educativo.

A partir do estudo da função da Didática da Física nas organizações curriculares de cursos de Licenciatura em Física, concluímos que, em geral, tais organizações não obedecem a critérios relacionados com a epistemologia da Didática das Ciências, segundo a qual o licenciando deve ser preparado para a atuação, com base na interdisciplinaridade, no sentido de formar o professor numa visão que inter-relacione diversos saberes para resolver problemas próprios do ensino da Física. Mas sim, numa visão que objetiva oferecer ao futuro professor uma somatória de conhecimentos necessários para o desenvolvimento profissional, sendo as práticas educacionais o lócus onde se espera que o licenciando encontre a necessidade e a possibilidade de inter-relacionar diversos tipos de conhecimento.

Também constatamos a diversidade de interpretações do que é a “Didática da Física”. Por vezes entendida como um conjunto de recursos de apoio em sala de aula, através da informática e a instrumentação, outras vezes como a “transposição didática” e dentro desta

última, para alguns, o objetivo da transposição constitui-se tomando a Física como fim e, para outros, tomando a Física como meio.

5.1.3. Percepções e expectativas de um grupo de estudantes de Licenciatura com relação a sua aprendizagem para o ensino de Física

A fim de construir uma ideia acerca do sentido que os estudantes da Licenciatura em Física dão ao aprendizado de conteúdos formadores para o ensino de Física, selecionamos as disciplinas intituladas “Metodologia e Prática de ensino de Física III e IV”, oferecidas no segundo ano do curso, já que no currículo da universidade pesquisada, não há uma disciplina nomeada como “Didática da Física”. Além disso, estas disciplinas selecionadas contêm propósitos e conteúdos, que concordam com a caracterização apresentada no segundo capítulo, uma vez que, para o caso desta universidade, tal disciplina se propõe a ser o eixo articulador entre os conhecimentos da Física e os conhecimentos das disciplinas pedagógicas, conforme estudo completo apresentado no Apêndice C (p.198). Portanto, consideramos importante conhecer quais as expectativas que os licenciandos têm dessa disciplina e o que eles pensam em relação aos conteúdos e metodologias utilizadas. Para uma compreensão global das disciplinas oferecidas neste curso, ver a grade horária do curso acompanhado no Apêndice D (p. 208)

Para este estudo, a pesquisadora participou como observadora durante um ano, observando os mesmos licenciandos em dois níveis da disciplina mencionada acima (terceiro e quarto período). Informaram-lhes que a participação da observadora tinha como objetivo apoiar o desenvolvimento da aula e coletar algumas informações para a tese que trataria da Didática da Física. Todavia, não foram totalmente explícitos os itens a serem observados, por isso chamamos a metodologia de participação como observador, segundo a definição apresentada por Lüdke e André (1986) nas abordagens qualitativas da pesquisa em educação. Os acontecimentos foram descritos preenchendo informações relacionadas com os tópicos desenvolvidos na aula, os momentos da aula, a participação que a pesquisadora teve e as observações gerais, tomando como referencial o trabalho de Estrela (1994/2006), que desenvolve um manual de técnicas e instrumentos para a observação pedagógica.

Em conclusão, este estudo mostrou que os licenciandos têm como principal expectativa o aprendizado de formas de passar da teoria à prática, a fim de criar novas possibilidades de desempenho profissional. Eles também têm a expectativa de saber quais são os aportes que cada campo de conhecimento oferece ao ensino de Física, para poder entender de que forma podem relacionar conhecimentos de áreas diferentes à Física, no exercício de

seu ensino. Tais expectativas são condizentes com os dilemas que manifestaram sobre: ter a intenção de transformar o ensino tradicional e não encontrar caminhos possíveis; ter consciência da autonomia do professor, mas ao mesmo tempo sentir-se limitados pela pressão das normativas educacionais e curriculares; querer tomar distância da forma como eles aprenderam para praticar um ensino diferenciado, mas acabar replicando a mesma metodologia que rejeitam e sentir que aprenderam Física, mas sem poder explicá-la satisfatoriamente.

Ao mesmo tempo compreendemos que eles precisam superar visões ingênuas a respeito do trabalho em sala de aula com seus futuros alunos, como por exemplo: a ideia de usar a experimentação somente como motivação, a desconsideração do impacto de suas posições ideológicas e políticas em sala de aula, a identificação de problemas de ensino reduzidos somente ao tratamento de pré-concepções, objetivando transformá-las em concepções corretas ou a falta de critérios para identificar e superar problemas de ensino.

5.2. Consolidação de possíveis objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física

Ao desenvolver os três estudos anteriores, encontramos uma grande diversidade de pensamento nos diferentes atores envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem da Didática da Física. Constatamos que não há um grupo definido de objetos de pesquisa entre os pesquisadores deste campo, mas uma grande gama de linhas de pesquisa, cujos resultados podem contribuir para a formação inicial de professores no campo da Didática da Física. Obsevamos também, que a presença de disciplinas associadas à Didática da Física nos currículos de formação inicial de professores obedece, ou bem a visões instrumentalistas da Didática, ou bem à intenção de integrar diversos conhecimentos, porém, sem tendências claras sobre o que significa integrar conhecimentos, nem acerca de quais conhecimentos integrar. E finalmente, constatamos em um grupo de licenciandos, que ainda depois de receber várias disciplinas de Física e de metodologia e prática de ensino de Física, continuam a ter visões ingênuas dos saberes próprios da profissão docente e, especificamente, do que significa ensinar Física.

Perante este panorama, surge o problema de como selecionar entre tanta diversidade de problemáticas, o que ensinar e como ensinar, para formar os licenciandos neste campo. Portanto, consideramos que é necessário consolidar uma proposta de critérios que permitam definir alguns objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física,

embasando-nos em dados obtidos nos três estudos anteriores e também em algumas propostas da literatura da área de Ensino de Ciências.

5.2.1. Quais os objetivos de ensinar a Didática da Física na formação inicial de professores?

Entendemos que o principal objetivo é Ensinar a Ensinar Física, mas este objetivo precisa de desdobramentos para uma maior compreensão do que isso significa. Por exemplo, levar o futuro professor a superar as visões de ensino e aprendizagem a partir do “senso comum”, problema posto por Carvalho e Gil-Pérez (1993). É um problema para cuja solução precisa-se desenvolver processos que levem o licenciando a revisar as formas de raciocinar sobre o que “sabe” e a compreender o que significa inovar metodologicamente em sala de aula, ao caracterizar problemas de ensino e aprendizagem, objetivando agir, conseqüentemente, numa solução.

De acordo com as colocações da literatura, em autores como Marcelo (1999), um dos desafios da formação de professores é superar o paradoxo entre o que se espera da prática profissional do futuro professor e a prática de ensino que ocorre na formação inicial. Portanto, constitui-se num objetivo oferecer um Ensino da Didática da Física na formação de professores que aplique as mesmas teorias que são ensinadas, a fim de que os licenciandos possam compreender a complexidade do ensino, tendo por base o seu mesmo exercício de aprendizagem.

De outra parte, considerando a natureza interdisciplinar que deve caracterizar a prática do professor universitário de Didática da Física, encontrada tanto na literatura da Didática das ciências, quanto nas colocações dos pesquisadores de ensino de Física no Brasil, infere-se que outro objetivo importante é a formação do futuro professor, numa visão que lhe permita aprender a interligar conhecimentos de diversas áreas para resolver problemas do ensino da Física. Portanto, o Ensino da Didática da Física deve contribuir para a compreensão de possíveis formas de relacionar conhecimentos de outros campos disciplinares além da Física, nos processos de ensino e aprendizagem de tópicos específicos.

Tal necessidade de formação é confirmada, a partir do estudo da presença da Didática da Física nos currículos de Licenciatura em Física, que mostrou como as disciplinas que visam formar para o Ensino da Física, precisam organizar seus conteúdos, indo além da somatória de conteúdos em disciplinas de diversas naturezas, para considerar a inter-relação entre elas. Da mesma forma, precisa-se superar a visão meramente instrumental da relação teoria e prática, no sentido de ensinar “receitas” de ensino, ou de criar recursos de apoio para

sala de aula acreditando que são “o todo” da Didática da Física, já que esta última perspectiva gera visões ingênuas nos licenciandos.

Outro aspecto, no qual encontramos coincidências na literatura analisada é o da necessidade de formar o licenciando tanto para desenvolver pesquisa, quanto para aproveitar resultados de pesquisa na formulação de suas estratégias de ensino de Física. Entendemos que a perspectiva do professor, enquanto pesquisador, refere-se principalmente ao sentido colocado por autores como Elliott (1990), Gatti (2004) e Lüdke (2001), segundo os quais o professor deve aprender a estudar sua ação docente, a fim de melhorar os processos de ensino e aprendizagem.

Esse aspecto é também indicado por Nardi (2005), como um dos consensos entre pesquisadores da área, uma vez que em geral reconhece a existência de saberes específicos para a prática e a pesquisa no ensino de ciências e a necessidade de continuar avançando, diferenciando-se de processos de pesquisa orientados pela Física. Segundo Astolfi e Develay (1989) tal formação deve ser feita em diversos aspectos relacionados com reflexões, a partir da Didática, em relação aos conteúdos, aos processos de ensino, aos modelos pedagógicos e à organização escolar.

Do estudo relacionando os pesquisadores do Ensino de Física no Brasil, concluímos que um dos núcleos que permitem articular conjuntos de “objetos de estudo” da pesquisa neste campo é a mesma pesquisa dos processos de ensino e aprendizagem, com ênfase : nos processos cognitivos de professores e alunos; a comunicação em sala de aula; o planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas; a criação de dispositivos didáticos, o uso de recursos como laboratórios e tecnologias; a relação professor/estudante/conteúdos; a divulgação científica; a transposição didática, entre outros. Estes aspectos devem ser trabalhados na formação inicial do professor.

Nesse mesmo aspecto, segundo o estudo acerca das estruturas curriculares de Licenciatura em Física, a formação para a pesquisa ainda está longe de ser uma realidade, uma vez que é muito pouca, quando não inexistente, a carga horária específica para a formação em pesquisa do ensino. Em geral, espera-se que a formação neste campo se dê por meio do desenvolvimento de um trabalho de conclusão de curso ou por meio da observação e intervenção no desenvolvimento do estágio supervisionado.

Assim, de forma resumida , podemos dizer que os principais objetivos do Ensino da Didática da Física são:

- Contribuir na compreensão de formas de inter-relacionar conhecimentos vindos de diferentes campos disciplinares para a solução de problemas próprios do ensino de Física;
- Contribuir na superação de visões de “senso comum” sobre os processos de ensino e aprendizagem dos futuros professores;
- Formar para a crítica reflexiva, tanto da realidade de seu entorno, quanto de seu domínio de conteúdos e de sua própria ação docente;
- Contribuir na formação, tanto para a pesquisa em Ensino de Física, quanto para se relacionar com os resultados de pesquisa da área;
- Contribuir na formação da identidade profissional ao se apropriar de conhecimentos específicos do ensino da Física.

5.2.2. Que tipos de conteúdos podem ser ensinados para formar em Didática da Física?

Esta questão implica em definir ao menos um grupo base de conhecimentos que possam constituir o *corpus* teórico da Didática da Física, em concordância com os objetivos propostos anteriormente. Sabendo que tais conteúdos devem se enquadrar num campo intermediário entre os conteúdos das Ciências Exatas e Matemática (com ênfase em Física), cujo objeto de estudo é a natureza; os conteúdos das Ciências Humanas, cujo objeto de estudo é o ser humano enquanto sujeito social e os conteúdos das Ciências Sociais, cujo objeto de estudo são os grupos sociais e seu comportamento. Portanto, consideramos que o Ensino da Didática da Física, certamente não é o ensino de nenhum desses conteúdos em solitário, mas que, segundo a literatura do Ensino de Ciências, são conteúdos organizados e combinados em torno a problemas relacionados a: qual Física ensinar? como explicá-la? como inovar metodologias de ensino e aprendizagem? como detectar e considerar as pré-concepções dos alunos? como gerar modelos e práticas adequadas a cada tipo de conteúdo e a cada contexto?

Problemas que, ao serem considerados como objetos de estudo da Didática da Física, são difíceis de serem delimitados, já que vão mudando em função das perspectivas de ensino e também vão aumentando à medida em que aumenta a pesquisa na área. Mas, de acordo com o estudo sobre os “objetos de estudo” considerados pelos pesquisadores da área, podem ser agrupados em três núcleos inter-relacionados, que englobam conjuntos de “objetos de estudo”, já mencionado anteriormente.

De forma complementar, concluímos a partir da análise das organizações curriculares em Licenciatura em Física que, a maioria das disciplinas trabalha os conteúdos correspondentes às próprias disciplinas, por exemplo, em História espera-se que aprendam História, em Física que aprendam Física, em Educação que aprendam acerca de Educação, etc. Somente um pequeno grupo de disciplinas objetiva inter-relacionar conhecimentos de diversos campos, porém, podem existir diferentes perspectivas para assumir tais disciplinas integradoras. Alguns currículos oferecem uma articulação para temáticas específicas do ensino da Física como, por exemplo, a instrumentação, o uso do computador ou técnicas de ensino; outros deixam para o licenciando a responsabilidade de articular alguns conhecimentos com outros no momento de encarar a prática docente, o estágio supervisionado ou o trabalho de conclusão de curso, e outros, consideram uma linha de disciplinas integradoras.

Assim, em relação ao objetivo de *“Contribuir para a compreensão de formas de inter-relacionar conhecimentos vindos de diferentes campos disciplinares para a solução de problemas próprios do ensino de Física”*, um critério que permite selecionar e organizar conteúdos pode ser, por exemplo, a formação do professor, a partir de reflexões e análises sobre a razão de ser de diversos campos disciplinares, que contribuem na solução de problemas de ensino e aprendizagem da Física, a fim de poder articulá-los de forma coesa, no planejamento de sequências de atividades.

De acordo com as propostas da literatura, as colocações dos pesquisadores e os conteúdos generalizados nos ementários dos currículos, organizamos o Quadro 3, apresentando uma possibilidade de ligação entre diversos campos disciplinares, que pode contribuir para a formação no ensino da Física, sabendo que existem mais campos disciplinares envolvidos e muitas outras possibilidades de inter-relação, mas a fim de esboçar uma possível estrutura de conteúdos para o Ensino da Didática da Física.

Organizamos tais campos em três grupos, caracterizados em função do papel que podem ter no processo de formação do licenciando para aprender o tratamento de conteúdos da Física sob diversos condicionantes: o primeiro grupo engloba os conteúdos a serem ensinados pelos licenciandos com foco na Física e inter-relacionados com a Matemática e outras Ciências Exatas; o segundo engloba conhecimentos que permitem dar determinados tratamentos aos conteúdos da Física, a partir de alguns conhecimentos de disciplinas como Educação, Epistemologia, Filosofia, História, Linguagem, Pedagogia, Psicologia da aprendizagem, resultados de pesquisa na área, Sociologia e Antropologia; o último engloba conhecimentos que enriquecem a interação em sala de aula, a partir de conhecimentos sobre

os usos das tecnologias da informação e comunicação (TICs), a experimentação e os recursos bibliográficos.

Quadro 3– Esboço da organização de conteúdos para o Ensino de Didática da Física, a partir de uma possível ligação entre diferentes campos do saber

Conteúdos a serem ensinados pelos licenciandos
<i>Física</i> ⇒ Oferecem o conhecimento científico acerca dos fenômenos da natureza e formas de pensamento para entender o mundo.
<i>Matemática</i> ⇒ Relaciona-se com o conhecimento científico ao ser parte tanto de processos de compreensão da natureza quanto de formas de descrevê-la.
<i>Outras Ciências exatas</i> ⇒ Oferecem complementaridade do conhecimento científico sobre os fenômenos da natureza.
Conteúdos que permitem tratamentos específicos dos conteúdos da Física
<i>Educação</i> ⇒ Permite entender os objetivos do ensino da Física dentro de uma determinada organização escolar e em diversas situações educacionais. Contribui na definição da identidade profissional e a educação para a diversidade. Enriquece os processos de avaliação.
<i>Epistemologia</i> ⇒ Permite identificar obstáculos epistemológicos e perfis conceituais a fim de formular “situações problema”, que dinamizem os processos em sala de aula. Aporta na reflexão das formas como se constrói o conhecimento científico.
<i>Filosofia</i> ⇒ Contribui na análise de visões de natureza de Ciência e na análise da natureza dos fenômenos físicos com suas diversas interpretações filosóficas.
<i>História</i> ⇒ Possibilita análises de descobertas em contexto e recontextualização da formulação de leis e princípios físicos. Aporta na compreensão da evolução do pensamento científico e permite desmitificar estereótipos de ciência e de cientista.
<i>Linguagem</i> ⇒ Permite entender formas de enriquecer a comunicação em sala de aula e a relação entre a linguagem e o desenvolvimento do pensamento. Oferece métodos e técnicas de pesquisa na área.
<i>Pedagogia</i> ⇒ Contribui na compreensão da interação entre docentes e alunos em torno ao aprendizado da Física. Enriquece as metodologias de ensino, a partir da análise e interpretação das diversas correntes pedagógicas, como por exemplo, a perspectiva CTS e ensino por pesquisa.
<i>Psicologia da aprendizagem</i> ⇒ Permite estudar os processos de aprendizagem dos alunos ao compreender as formas como desenvolvem seu raciocínio ou constroem seus modelos mentais.
<i>Pesquisa em Ensino da Física</i> ⇒ Oferece insumos para a reflexão e o enriquecimento das metodologias de ensino da Física. Apresenta os atuais desafios da área. Fortalece a identidade profissional. Apresenta perspectivas e métodos de pesquisa da área.
<i>Sociologia e Antropologia</i> ⇒ Aporta fundamentação teórica, metodologias e perspectivas de pesquisa na área. Permite compreender a interação, como motor de desenvolvimento da sala de aula.
Conteúdos que enriquecem a interação em sala de aula.
<i>TICs</i> ⇒ Dinamizam as atividades em sala de aula por meio do uso de software e simulações, uso da informação em internet, interação virtual, recursos audiovisuais, apoio a práticas experimentais.
<i>Recursos bibliográficos</i> ⇒ Oferecem fundamentação teórica e material de trabalho em sala de aula por meio de livro didático, livros resultado de pesquisa em diversos campos, consulta <i>online</i> , periódicos e divulgação científica.

Experimentação ⇒ Permite atingir objetivos do ensino de Ciências, como o desenvolvimento do pensamento lógico e as habilidades para a resolução de problemas. Contribui na compreensão dos conceitos científicos e promove atitudes positivas de comunicação e cooperação.

Fonte: Os autores

Não se trata de fazer com que os alunos virem especialistas em cada um destes campos de conhecimento, mas de aprender a elaborar critérios de seleção de um ou outros conhecimentos na hora de tratar os conteúdos da Física em ambientes educacionais.

Gostaríamos de ressaltar que, os “conteúdos que enriquecem a interação em sala de aula” não pertencem a uma ciência específica, mas são saberes que estão presentes em todos os campos e costumam ser utilizados na formação para o ensino da Física. O uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs), os recursos bibliográficos e os recursos de experimentação, precisam ser estudados em suas reais dimensões a fim de oportunizar o desenvolvimento do objetivo de “*contribuir na superação de visões de ‘senso comum’ sobre os processos de ensino e aprendizagem dos futuros professores*”, uma vez que exigem ser entendidos, sob o uso das teorias de ensino e as possibilidades de enriquecimento da interação.

Assim, à medida que o licenciando vai adquirindo conhecimentos de como inter-relacionar conhecimentos deste tipo na projeção de estratégias de ensino, compreenderá qual é seu campo de ação, o que permitirá alcançar o objetivo de “*contribuir na formação da identidade profissional ao se apropriar de conhecimentos específicos sobre o ensino da Física*”. Afinal poderá aprender a caracterizar problemas de ensino e aprendizagem da Física, posicionar-se ideologicamente e criar a necessidade, bem como adquirir conhecimentos básicos em todas estas áreas em relação ao seu exercício profissional ou, bem aproveitar resultados de pesquisa que apresentem formas de inter-relação em torno ao tratamento dos conteúdos da Física, tendo como resultado a construção de seu conhecimento próprio enquanto professor de Física.

Em relação aos objetivos de “*formar para a crítica reflexiva tanto da realidade de seu entorno quando de seu domínio de conteúdos e de sua própria ação docente*” e “*contribuir na formação, tanto para a pesquisa em Ensino de Física, quanto para se relacionar com os resultados de pesquisa da área*”, consideramos que dependem em grande parte das metodologias utilizadas para o ensino dos conteúdos da Didática da Física, já que é na forma de aprender, onde o licenciando deve encontrar a coerência entre o que se espera que aprenda enquanto licenciando e o que se espera que ensine enquanto professor.

5.2.3. Quais metodologias podem ser mais coerentes com os objetivos e os conteúdos propostos para o Ensino da Didática da Física?

Um aspecto que aparece reiteradamente, tanto na literatura quanto nos estudos que realizamos, é o paradoxo entre as metodologias de ensino na formação inicial de professores e as metodologias esperadas dos licenciandos em suas futuras aulas. Assim, o primeiro critério para selecionar metodologias apropriadas é a coerência entre o que se ensina e o que se faz nas aulas associadas à Didática da Física, na formação inicial de professores.

Segundo a literatura, espera-se atualmente que o professor seja formado como profissional crítico/reflexivo, o que significa ser formado em habilidades metacognitivas para refletir, tanto em relação ao funcionamento do entorno no qual está envolvido, quanto em seu próprio conhecimento e suas próprias ações, especialmente no relacionado com as formas como poderia levar alunos a serem introduzidos ao mundo da Física. Portanto, as metodologias utilizadas devem propiciar que o licenciando aprofunde em seus conhecimentos de Física, mas também construa conhecimentos a respeito de como ensinar os conteúdos da Física e conhecimentos que lhe permitam entender por que e para quê vai ensinar um determinado conteúdo num determinado contexto.

Assim, as atividades devem oportunizar reflexões críticas das realidades pedagógico sociais do ensino da Física, o que, por sua vez, implica envolver os alunos em reflexões sobre seu próprio conhecimento da Física e suas próprias formas de entender o ensino. Mas, é importante distinguir entre reflexões, que resultem em discussões superficiais e aquelas que conseguem impactar e transformar ideologias, conhecimentos ou atitudes, num claro comprometimento com o crescimento do licenciando como profissional crítico e reflexivo. Para isto é determinante o desenvolvimento de atividades que gerem diversas interações entre professor e licenciandos; entre licenciandos; entre licenciandos e pesquisadores e exercícios de auto-reconhecimento.

Quer dizer, a prática do ensino universitário da Didática da Física deve conter ao menos exercícios de auto-reconhecimento, de trabalho colaborativo, de trabalho de análises e de trabalho propositivo. É claro que numa disciplina só, não serão estudados todos os problemas possíveis do ensino da Física, nem praticadas todas as metodologias que o licenciando poderá utilizar em sua prática, mas é preciso prepará-los em relação a critérios gerais que lhes permitam adequar-se a diversas situações.

Outro aspecto que aparece no estudo das estruturas curriculares, em relação a inovações metodológicas para o ensino, é a intenção de introduzir melhorias em cursos de formação de professores, por meio da implementação de maior uso de tecnologias. Se bem

que isto contribui no propósito, consideramos que é preciso superar esta visão instrumentalista da Didática, por exemplo, trabalhando o uso de recursos tecnológicos, a partir de novas perspectivas de seu uso e, também, complementando com o estudo de outros recursos como o livro didático, os resultados de pesquisa e os laboratórios. Portanto, o licenciando deve ser formado por meio de atividades que o leve a análises teóricas, acompanhadas de experiências práticas acerca do uso de tais recursos e em torno a tópicos de Física. Seu uso deve ser parte da formação do professor, utilizando-os de forma consciente e fundamentada, porém tomando cuidado de não cair na ideia de que os recursos de apoio por si mesmos são a solução aos problemas de ensino e aprendizagem.

Também encontramos nos estudos realizados o problema de como formar o professor para uma prática de avaliação permanente e integral do aluno, afastando-se de provas padrão que não avaliam o desenvolvimento do aluno, mas domínios de conteúdos pontuais. Para isto, espera-se que o futuro professor garanta o fluxo da comunicação com seus alunos, a fim de poder acompanhá-los na evolução de suas ideias. Mas, dada a dificuldade de levar esta teoria à prática, consideramos importante ensinar a Didática da Física por meio de atividades que permitam uma avaliação permanente e inclusiva dos licenciandos, o que não implica num abandono absoluto das provas escritas.

Por fim, consideramos que a metodologia deve oportunizar processos de (re)-conhecimento dos diversos saberes que são necessários para se desenvolver como professor de Física, trabalhando de forma a inter-relacionar esses saberes em torno de diversas problemáticas. Tais metodologias devem ir em acordo com as oportunidades que oferecem os três grupos de conteúdos apresentados acima.

5.3. Dimensões do Ensino da Didática da Física como eixos articuladores de objetivos, conteúdos e metodologias

Dada a complexidade e amplitude dos tópicos a serem tratados na formação para a Didática da Física, consideramos que é necessário identificar aspectos gerais que englobem sub-tópicos e, que por sua vez, permitam a utilização de metodologias condizentes com o que se quer ensinar. Com base no exposto nos itens anteriores, organizamos uma possibilidade de estrutura.

Ao considerar os objetivos, vemos que para conseguir o objetivo de “*contribuir na compreensão da função que podem cumprir conhecimentos vindos de diferentes campos disciplinares para a solução de problemas próprios do ensino de Física*” precisa-se de que, ao longo de todo o aprendizado da Didática da Física, o licenciando possa evidenciar em seu

aprendizado a ação de conhecimentos vindos de diferentes campos, para o qual, podemos servir-nos das características dos três grupos de conteúdos apresentados acima, a saber: conteúdos específicos das Ciências, conteúdos que auxiliam o tratamento dos conteúdos da Física em processos de ensino e conteúdos que enriquecem a interação em sala de aula.

Com relação aos objetivos de “*contribuir na superação de visões de ‘senso comum’ sobre os processos de ensino e aprendizagem dos futuros professores*” e “*formar para a crítica reflexiva, tanto da realidade de seu entorno, quanto de seu domínio de conteúdos e de sua própria ação docente*”, consideramos que devem estar presentes no tratamento de todos os tipos de conteúdos a ser ensinados em Didática da Física. Isto significa que as metodologias de trabalho, a partir dos conteúdos específicos, devem privilegiar a reflexão sobre os conhecimentos do licenciando, sendo a metacognição uma das metodologias mais apropriadas. Entretanto, as metodologias de trabalho que auxiliam o tratamento dos conteúdos específicos devem propiciar o debate e a construção coletiva, uma vez que é preciso analisar resultados de pesquisa e diversas interpretações dos mesmos a fim de permitir aos licenciandos a consolidação de suas concepções.

Com relação ao objetivo de “*contribuir na formação para a pesquisa em Ensino de Física*”, consideramos que pode-se conseguir ao utilizar resultados de pesquisa para serem considerados nas atividades de formação dos licenciandos, indo além de pedir a eles a leitura e resenha de tais resultados, sem querer dizer que a leitura não seja importante, mas dando ênfase à necessidade de orientá-los na compreensão da relação entre as possibilidades que oferece a teoria e as possibilidades da prática. Para tanto, consideramos que a busca de materiais e recursos de apoio para o desenvolvimento das aulas deve-se embasar, principalmente, na busca de resultados de pesquisa em torno dos grupos de conteúdos, ressaltando as pesquisas que contribuam com o estudo de conceitos da Física, pesquisas que contribuam com o tratamento de conceitos da Física em sala de aula e pesquisas que contribuam com as dinâmicas e interações em sala de aula em torno do aprendizado da Física.

Finalmente, em relação ao objetivo de “*contribuir com a formação da identidade profissional ao se apropriar de conhecimentos específicos sobre o ensino da Física*”, entendemos que é importante poder apresentar para os licenciandos uma estrutura que lhes permita ver que vão progredindo no aprendizado da Didática da Física por meio de uma estrutura, que envolva uma determinada lógica. Desta forma o licenciando poderá entender que existe verdadeiramente um conhecimento particular a ser aprendido neste campo, o qual precisa ir apreendendo gradativamente.

Com base nas considerações anteriores, acreditamos que a Didática da Física como campo a ser ensinado na formação inicial de professores tem ao menos três dimensões interdependentes que podem levar o licenciando a aprofundar-se gradativamente na compreensão do ensino em seu campo. Elas são: *Dimensão Física*, *Dimensão sociocultural* e *Dimensão técnica*. (1) A *Dimensão Física* privilegia conteúdos e metodologias que levem os licenciandos a reflexões de tipo metacognitivo, a partir dos conceitos de Física que dominam e/ou que precisam dominar. (2) A *Dimensão sociocultural* privilegia conteúdos e metodologias que promovem análises e posicionamentos crítico/reflexivos do ensino da Física em diversas situações educacionais. (3) A *Dimensão técnica*, propicia análises críticas e exercícios práticos sobre o uso de recursos de apoio em sala de aula, a fim de enriquecer as formas de interação.

A proposta destas três dimensões surge como o resultado dos estudos anteriormente apresentados, os quais evidenciaram a necessidade de orientar o licenciando num processo que o leve a crescer em sua projeção como profissional do ensino da Física. Assim, a dimensão física leva-o a reconhecer seu próprio domínio de conteúdo, que será pensado em termos de como orientar outras pessoas a se introduzirem neste mundo por meio da dimensão sociocultural, para finalmente, com base no conhecimento consolidado nas duas anteriores, pensar em formas de enriquecer a interação em sala de aula.

Não podemos dizer que exista uma dimensão pedagógica, uma vez que consideramos que as três dimensões propostas estão mediadas pelo conhecimento pedagógico, já que por meio de cada dimensão, caracterizamos o tipo de objetivos, conteúdos e metodologias que permitirão desenvolver uma determinada prática de ensino. Quanto a essa ideia, concordamos com Severino (2007), quando afirma que o campo do conhecimento pedagógico não tem objetos de conhecimento que possam ser manipulados, mas orienta uma abordagem filosófica dos conteúdos a serem ensinados, ele diz que,

(...) a questão do campo do conhecimento pedagógico não pode se colocar de modo análogo ao caso do campo do conhecimento nas ciências naturais, ou seja, levando em conta apenas uma relação de pura inteligibilidade do sujeito sobre o objeto com vistas a uma manipulação técnica, desvelamento de causas eficientes, de determinações causais. Impõe-se o recurso à abordagem filosófica a fim de delinear finalidades, diretrizes, referências para a ação. (SEVERINO, 2007, p.33)

Consideramos, então, que nem a Pedagogia é subordinada à Didática nem a Didática é subordinada à Pedagogia. São dois campos complementares, ou seja, pode-se utilizar saberes da Didática para desenvolver modelos pedagógicos, mas também pode utilizar conhecimentos

da Pedagogia para ensinar a produzir Didática ou a desenvolver sequências Didáticas. Neste caso, estamos estudando a ação pedagógica de ensinar a Didática da Física.

Por último, salientamos que a distribuição dos diversos conteúdos em torno das três dimensões não significa que devem ser tratados somente no interior de cada dimensão, mas que são conteúdos específicos nesta dimensão, podendo ser complementares nas outras. Por exemplo, o uso de práticas de laboratório é objeto de estudo na *Dimensão Técnica*, porém, pode ser recurso de apoio em diferentes momentos das outras dimensões. Na sequência, apresentamos uma caracterização destas dimensões em acordo com o tipo de conteúdos e metodologias que permitiria tratar.

5.3.1 Dimensão Física: *Trata o (Re)-conhecimento do saber disciplinar da Física.*

Neste item, consideramos que a qualidade do ensino do professor de Física (e sua autonomia), aumenta à medida que aumenta a capacidade de (re)conhecimento do seu saber sobre Física. Portanto, nela se privilegia a perspectiva metacognitiva, a fim de revisar as visões construídas pelos licenciandos sobre a Física que sabem e sobre as formas como consideram que construíram, constroem e construirão seu próprio conhecimento da Física. Apoia-se, principalmente, em saberes disciplinares de Física, História das Ciências, Epistemologia da Física, Filosofia da Física e resultados de pesquisa da área.

A organização de conteúdos para esta dimensão parte do pressuposto que os alunos têm estudado e aprendido conteúdos da Física buscando, principalmente, compreender os fenômenos físicos que descrevem a natureza e ganhando assim saberes profissionais com relação ao desenvolvimento da Física. Saberes que, no âmbito da formação para o ensino, precisam de um tratamento adicional, que leve ao licenciando a (re)pensá-los a partir de suas próprias convicções.

É por isso que é importante privilegiar os exercícios de tipo metacognitivo, a fim de orientar uma tomada de consciência sobre as explicações, que os licenciandos dão a diversos fenômenos da Física, as formas como resolvem os problemas e o nível de coerência que eles encontram entre a forma como falam da Física e o que sabem desta Ciência. E, simultaneamente, o que falam do Ensino da Física e o que se propõem levar à prática.

Para tanto, consideramos que conhecimentos da História e da Filosofia da Física podem resultar apropriados neste propósito, uma vez que estes campos disciplinares propiciam o tratamento dos conteúdos científicos, a partir de olhares diferenciados e com perguntas que fogem à forma tradicional de apresentar a Física, o que obriga o licenciando a se distanciar para (re)pensar aqueles conhecimentos que já havia aprendido.

Por sua vez, a Epistemologia contribui neste sentido, já que a natureza desta disciplina trata da compreensão das organizações conceituais e, portanto, permitiria acompanhar o licenciando na identificação de seus esquemas explicativos dos fenômenos físicos. Embora os exercícios de tipo epistemológico estejam sempre relacionados com a História e a Filosofia da Física, acreditamos que é importante levar o licenciando a diferenciar os objetos de estudo destes três campos por separado, com suas respectivas formas de contribuir na compreensão da Física.

Assim, a função destes campos disciplinares é principalmente a formulação de problemas com relação à compreensão dos conceitos de Física a serem resolvidos pelos licenciandos. Problemas que criem questionamentos acerca das crenças que os licenciandos têm de tópicos como: “os problemas da física”, “os modelos explicativos”, “a natureza dos conceitos”, “os observáveis”, aspectos sobre os quais se costuma supor que ficaram claros e compreendidos com o mesmo aprendizado da Física, ou ainda da História e a Filosofia da Física, mas que, de fato, apresentam uma grande complexidade que influencia as formas como se pretende ensiná-la.

Saber como foram evoluindo as teorias da Física, quais pensadores deram contribuições, os momentos cruciais da História da Física, as correntes de pensamento que produziram avanços, retrocessos ou bloqueios da produção científica, entre outros, é, claramente, um conhecimento que todo professor de Física deve ter. Porém, não é esse o conhecimento a ser levado de forma direta para processos de Ensino de Didática da Física. Esses são conhecimentos que orientam as estratégias de ensino, por exemplo, formando para a “transposição didática”, entendendo de forma consciente todos os aspectos que envolve, ao ser interpretada a partir de diversas perspectivas e até com percepções completamente opostas sobre o significado de ensinar e aprender Ciências e de visões da natureza da Ciência.

Os resultados de pesquisa inter-relacionando estes campos, certamente são parte dos conteúdos a serem trabalhados nesta dimensão, já que atualmente existem linhas de pesquisa que tratam dos usos da História, Filosofia e Epistemologia no ensino de Física e, cujos resultados podem auxiliar na criação de estratégias e de materiais a serem utilizados com os licenciandos.

5.3.2. Dimensão sociocultural: *Trata-se da análise do Ensino de Física para diferentes situações e realidades educacionais.* Busca orientar a compreensão das bases da interação em sala de aula, as formas de adequar o ensino e os fatores que constituem um processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos em contextos diversos. Apoiase

principalmente em saberes disciplinares de Física, Psicologia, Linguagem, Sociologia, Pedagogia, Educação e resultados de pesquisa da área.

É importante partir do pressuposto de que é preciso formar o licenciando para superar a ideia de que só aprenderá a ensinar, no momento em que estiver exercendo a prática profissional. Embora seja verdade que a partir desta prática, o professor aprende e aperfeiçoa métodos e conteúdos de ensino e, para isto, ele precisa de formação para explorar a prática e assumir posições críticas e reflexivas frente a sua própria ação. O licenciando deve aprender que a aprendizagem com base na prática não é simplesmente a partir do ensaio e erro, mas que para desenvolver tal aprendizagem é preciso ter-se formado para a reflexão e a crítica do que se faz.

Esta dimensão, portanto, engloba conhecimentos por meio dos quais é possível levar os licenciandos a pensar o que significa colocar seu conhecimento da Física em âmbitos educacionais, observando aspectos, como: as formas de aprendizagem de alunos em diversos contextos, as possibilidades de considerar correntes pedagógicas embasadas na perspectiva CTS, e a importância da formação para autonomia e a reflexão, a fim de encarar os dilemas que podem se apresentar no dia-a-dia de sua prática profissional.

Em relação ao ensino em diversas situações, podem ser trabalhados aspectos como, por exemplo, os condicionantes para o ensino de um determinado conceito de Física para alunos especiais, crianças, adultos e alunos regulares. Busca-se, principalmente, utilizar metodologias que levem o licenciando a refletir sobre as variáveis que atuam em cada caso e o que isso demanda em sua formação e em seu exercício profissional. Assim, pode-se orientar à compreensão da necessidade de inter-relacionar saberes de disciplinas, como: Psicologia da aprendizagem, para compreender formas de adequar o nível de complexidade em que são apresentados os fenômenos físicos; Linguagem, para estudar estratégias de interação que garantam a comunicação entre as partes; Sociologia, para entender os comportamentos de certos grupos e os possíveis interesses no aprendizado da Física; Pedagogia, para enriquecer as possibilidades de diversos métodos de ensino e de interação em sala de aula e Educação, para compreender o porquê das organizações curriculares e os objetivos de ensinar a Física nelas.

Nessa dimensão, seria possível também discutir os cuidados que deveriam ser tomados para otimizar o planejamento de um processo de ensino a partir de relações CTSA, indo além da tendência de inseri-la, só a partir de sua história ou só a partir do estudo de aparatos tecnológicos ou só a partir de reflexões críticas que, muitas vezes, focam-se em aspectos sociológicos e acabam esquecendo a compreensão dos conceitos físicos.

Mas também, nessa dimensão podem ser orientadas reflexões sobre a própria ação e reflexões para a ação, discutindo suas convicções do porquê e para que ensinar um determinado conceito, utilizando uma determinada metodologia, analisando os possíveis impactos da tomada de diversas decisões para agir em sala de aula ou para se preparar antes de ministrar uma aula ou para refletir depois de ministrá-la, analisando tanto as consequências de suas ações no desenvolvimento dos alunos, quanto às consequências do comportamento dos alunos no desenvolvimento do professor, a fim de melhorar processos. Mostrando para os licenciandos que ensinar não tem receitas fixas, mas princípios que podem orientar melhoras de forma permanente.

5.3.3. Dimensão técnica: *Trata-se de enriquecer e qualificar a intervenção em sala de aula.* Adquirir ou aperfeiçoar o conhecimento de recursos que podem auxiliar o professor na projeção de sequências didáticas. Objetiva estudar critérios para julgar os recursos mais apropriados para o ensino de diversos tópicos da Física, nos diversos níveis de aprendizagem, situações e realidades. Apoia-se principalmente em saberes de Física, TICs, Prática experimental, referências bibliográficas e resultados de pesquisa da área.

Partimos do pressuposto de que o uso de recursos como o laboratório didático, as tecnologias da informação e comunicação ou o uso do livro didático, é o que costuma ser entendido como a “Didática da Física”, no senso comum. Nesta proposta, com base nos estudos levantados e na literatura, consideramos que planejar Didática da Física é muito mais do que pensar em diversas formas de usar estes recursos, já que a inserção deles nos processos de sala de aula implica em dominar conhecimentos como os apresentados anteriormente, tanto na *Dimensão física*, quanto na *Dimensão sociocultural*. Portanto, o trabalho nesta dimensão, deve contribuir na superação de visões reducionistas e ingênuas de que, o fato de inserir algum destes recursos numa aula implica, necessariamente, na melhora do ensino ou ainda numa “inovação”, já que, muitas vezes, ao ser inseridas com base no senso comum, acabam limitando os processos mais do que auxiliando-os.

Portanto, essa dimensão visa formar o licenciando com critérios para enriquecer e qualificar sua intervenção em sala de aula, ao adquirir conhecimentos de uma gama de recursos que podem potencializar os processos com os quais busca atingir os objetivos de ensino; complementar ou facilitar os canais de comunicação com os alunos em função dos contextos; contribuir na adequação dos níveis de complexidade dos conteúdos a ser ensinados e dinamizar as formas de interação.

Busca-se ir além de entender a formação no componente “técnica” da atuação do professor no ensino de como usar a lousa ou como manusear equipamentos. Embora estes

aspectos devam ser considerados, entende-se que estes são apenas um dos muitos aspectos que podem auxiliar o planejamento e desenvolvimento de atividades em sala de aula. Nesta proposta, trabalharemos em torno a três tipos de recursos; o laboratório, as tecnologias e os livros didáticos.

Com relação à experimentação, propõe-se que devam ser desenvolvidas atividades que permitam estudar a riqueza do uso de laboratórios para orientar a construção de explicações por parte dos alunos, comparar argumentos entre colegas, dialogar com as explicações oferecidas pela literatura científica, indo além da mera motivação dos alunos. Para tal, pode resultar apropriada a abordagem da experimentação com diversas funcionalidades, como, por exemplo, para analisar a lógica de um experimento de pensamento, estudar as possibilidades de demonstração de uma lei física, comprovar uma teoria, elaborar arranjos experimentais que permitam resolver um problema, entre outras. Tentando sempre refletir nos aspectos que determinam a interação do aluno com a prática experimental, leva-se em conta os aspectos: o tipo de linguagem utilizado, o problema que foi resolvido, as formas de representar os dados encontrados, a logística necessária para cada arranjo, etc.

Com relação ao uso de TICs, partimos do pressuposto de que é um tópico que precisa ser trabalhado com maior aprofundamento na formação de professores, especialmente nas disciplinas relacionadas à Didática da Física, uma vez que o uso destes recursos precisa de professores com domínio na compreensão dos conteúdos a ensinar, com domínio das TICs, e com plena consciência de como e por que utilizar uma determinada tecnologia em um determinado contexto educacional, entendendo a dimensão real das possibilidades que oferecem as tecnologias para enriquecer as interações em sala de aula e contribuir de forma efetiva no ensino e aprendizado da Física.

Com relação ao uso de materiais bibliográficos, atualmente, conta-se com uma ampla gama destes, como resultado das facilidades oferecidas pelas tecnologias da informação e comunicação, que permitem fazer consultas instantâneas *online*, obter livros e artigos resultados de pesquisas e de divulgação científica, de forma gratuita ou não, mas de forma relativamente fácil de acessar. Portanto, consideramos que é preciso ampliar a visão do que usualmente se considera como material bibliográfico em sala de aula, sendo limitada praticamente ao uso do livro de texto didático.

6. ORGANIZANDO UM CURSO DE DIDÁTICA DA FÍSICA A PARTIR DAS DIMENSÕES PROPOSTAS

Propomo-nos a organizar um plano de curso que dê conta da perspectiva proposta no capítulo anterior, tendo como eixos organizadores às três dimensões do Ensino da Didática da Física. Plano que foi posteriormente desenvolvido com uma turma de licenciandos de sétimo semestre e cujas análises do desenvolvimento das atividades serão apresentadas no próximo capítulo. Assim, neste capítulo apresentamos, o consolidado da estrutura geral do curso, fazendo a ressalva de que é o resultado de tê-lo planejado, desenvolvido e analisado, uma vez que a proposta teórica inicial foi-se modificando e adequando, à medida em que íamos verificando as possibilidades e os resultados na prática, que foram nos permitindo aprofundar nas reflexões sobre a caracterização e as possibilidades reais na prática das dimensões propostas para o Ensino da Didática da Física.

Gostaríamos de ressaltar que este plano de curso não pretende ser um modelo padrão a seguir, nem esgota todas as possibilidades de conteúdos e metodologias a serem ensinadas na formação para o ensino da Física, mas é um material que oportuniza estudos mais aprofundados sobre princípios orientadores do Ensino da Didática da Física e sobretudo permitiu-nos estudar possibilidades reais de levar a teoria à prática.

Também não pretendemos propor esta proposta, como uma disciplina a ser inserida numa matriz curricular, já que consideramos que a melhora na qualidade da formação de professores não se resolve, exclusivamente, acrescentando ou retirando disciplinas das estruturas curriculares dos cursos ou inserindo conteúdos para preencher falências ou lacunas de saberes. A melhora da qualidade trata-se, principalmente, de uma reflexão aprofundada sobre as fundamentações que orientam a organização curricular e a construção dos corpus das diferentes disciplinas. Embora o conteúdo deste trabalho possa ser utilizado como recurso que alimenta o planejamento e/ou desenvolvimento de disciplinas relacionadas com a formação para o ensino ou também possa ser utilizado como referência para analisar reestruturações de disciplinas ou conjuntos de disciplinas neste campo.

6.1. Considerações gerais sobre a estruturação do curso

O planejamento do curso de Didática da Física combinou a estrutura proposta em três dimensões, com as condições impostas pelo contexto, no qual se pretendia desenvolver o curso. Condições como o fato de utilizar o espaço acadêmico da disciplina “Didática das Ciências” que nos leva a considerar os conteúdos ali propostos e o tempo de um semestre para

desenvolver a proposta, com intensidade de 60 horas, das quais trabalhamos 56 horas distribuídas em 14 sessões de 4 horas cada; o fato de ser esta uma disciplina que se encontra na matriz curricular, no sétimo semestre, depois da linha das disciplinas de “Metodologia e Prática de ensino de Física I a V” que nos obrigou a pensar em licenciandos que estão finalizando sua formação como professores e que, portanto, já têm diversos conhecimentos sobre a área; o fato de o curso ser oferecido no período noturno e a quantidade de licenciandos no grupo que foi pequena, de quatorze licenciandos; e os conhecimentos prévios dos licenciandos sobre conceitos da Física.

Em relação ao último aspecto mencionado, consideramos importante salientar que, embora este trabalho esteja diretamente associado aos processos de aprendizagem dos licenciandos e deles se fale em diversos momentos, nosso principal foco de estudo é o ensino e, especificamente, o Ensino da Didática da Física. É por isso que não nos detemos em analisar as concepções espontâneas dos licenciandos com relação aos conceitos de Física, visando desvendar o porquê de tais pré-concepções, mas entendendo o impacto do ensino oferecido por meio deste curso.

Elaboramos um plano para cada aula, com itens como: objetivo da aula, conteúdos a serem trabalhados, metodologia e dinâmicas de trabalho, estratégia de avaliação, material de apoio para o desenvolvimento da aula (produzido especificamente para este fim), e referenciais teóricos que fundamentam os diferentes itens. A sequência de atividades foi planejada a fim de levar o licenciando a uma progressão e aprofundamento da compreensão do que é ensinar Física, tendo como eixos as três dimensões propostas neste trabalho.

Assim, por meio do planejamento e desenvolvimento deste curso com sua respectiva análise, estudamos na prática a coerência da proposta teórica, ao analisar os resultados em termos de objetivos alcançados, conteúdos trabalhados e metodologias desenvolvidas nesta proposta. Ver os planos de aula na íntegra, contendo a descrição detalhada da metodologia, material de apoio específico e referências, no Apêndice I (p.232)

6.1.1 Sobre os objetivos

São objetivos gerais deste curso: contribuir na compreensão da inter-relação de diferentes campos disciplinares na resolução de problemas próprios de ensino e contribuir na superação de visões de Ensino da Física baseadas no “senso comum”. Para tanto, organizamos os conteúdos em torno de três dimensões, para serem ensinados em três blocos durante o semestre.

No primeiro bloco trabalhamos a *Dimensão Física*, com objetivos específicos: ampliar a compreensão dos licenciandos com relação ao que pode ser entendido como transposição Didática e desenvolver exercícios do tipo metacognitivo que os levem a (re)conhecer alguns conceitos da Física e a auto-identificar seus perfis epistemológicos. Com este propósito, organizamos atividades envolvendo resultados de pesquisa que trabalhassem sobre as definições de Didática das ciências e de transposição Didática, usos de História, Filosofia e Epistemologia das ciências para o estudo de conceitos físicos.

No segundo bloco, trabalhamos a *Dimensão sociocultural*, com objetivos específicos : evidenciar a necessidade de adquirir saberes vindos de diversas disciplinas, a fim de tratar o conhecimento da Física em diversas situações e realidades educacionais; contribuir na construção da identidade com o labor profissional de ensinar Física e contribuir na formação para a autonomia e a responsabilidade do seu agir em sala de aula.

No terceiro bloco, trabalhamos a *Dimensão técnica*, com objetivos específicos : envolver os licenciandos em reflexões sobre as estratégias de identificação, compreensão e explicação da prática de laboratório; reconhecer os diferentes recursos que oferecem as Tecnologias da Informação e a Comunicação (TIC) com suas possibilidades de uso em ambientes educacionais e analisar o uso de diversos tipos de recursos bibliográficos no ensino da Física.

6.1.2. Sobre a consideração de resultados de pesquisa da área na organização dos conteúdos

A busca de referenciais teóricos apresentando resultados de pesquisa nesses campos, para o planejamento das atividades nas três dimensões, foi feita de forma sistemática, procurando material que nos oferecesse opções explícitas ou implícitas de atividades para serem desenvolvidas, de acordo com os objetivos e conteúdos e metodologias propostos, consultamos primeiro na base de dados que consolidamos com 187 artigos, ao selecionar a produção em torno do ensino de Física, na última década, por parte de 24 pesquisadores de ensino de Física no Brasil. (Ver a lista de artigos no Apêndice J, p.268). Em seguida fomos procurar na lista dos principais referenciais teóricos considerados pelo grupo dos quinze pesquisadores questionados no primeiro estudo (ver a lista no Apêndice G, p.213), caso não encontrasse material nestas duas fontes, fomos procurar nas bases de dados oferecidas pela biblioteca da Universidade e o banco de bibliografia do Grupo de pesquisa em Ensino de Ciências, outras bases de dados, etc.

Assim, por exemplo, para a preparação de aulas em torno da *Dimensão física* foram selecionados, entre outros, os seguintes referenciais:

1. BROCKINGTON, G. ; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.
2. SILVA, B.V.C.E.; MARTINS, A.F.P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v.5, n.2, p.71-91, 2010.
3. MARTINS, A.F.P.; PACCA, J.L.A. O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gastón Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-34, 2005
4. ALMEIDA, M.J.P.M.; NARDI, R.; BOZELLI, F. A diversidade de interpretações como fator constituinte da formação docente: leitura e observação. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 95-109, 2009.

De posse do material selecionado, fizemos as leituras e análises das propostas dos pesquisadores, visando adequar as atividades para conseguir nossos objetivos. Por exemplo, foram utilizados trechos do artigo de Brockington e Pietrocola (2005), junto com trechos de outras obras abordando o tópico da “transposição didática”, a fim de poder solicitar aos licenciandos que se posicionassem criticamente em relação às diferentes concepções de “Didática” e “transposição didática”.

Entretanto, o artigo de Silva e Martins (2010) permitiu-nos construir uma linha de tempo com relação às diversas definições de natureza da luz, material que utilizamos como apoio para planejar uma aula que permitisse aos licenciandos revisar seus conhecimentos sobre este conceito.

Por sua vez, o artigo de Martins e Pacca (2005) ofereceu-nos uma atividade de identificação de perfis epistemológicos em relação ao conceito de tempo, a qual adequamos para ser desenvolvida numa aula com nosso grupo de licenciandos, da mesma forma que o artigo de Almeida, Nardi, Bozelli (2009) ofereceu-nos uma atividade que ao ser adequada em nosso contexto, permitiu refletir sobre o que é “observar” a natureza.

6.1.3. Sobre a definição de metodologias em procura da coerência com os objetivos e conteúdos

Para decidir a forma de tratar os resultados de pesquisa apresentados nos referenciais selecionados e no planejamento das atividades, utilizamos sempre como princípio orientador, a busca da coerência entre os objetivos propostos e as metodologias de ensino. Assim, por exemplo, quando o objetivo foi ensinar o uso da História no estudo dos conceitos físicos, pensamos numa atividade que pudesse levá-los a estudar seus próprios conhecimentos de algum conceito da Física, a partir da revisão histórica de tal conceito, numa perspectiva metacognitiva.

Nesse caso, o conteúdo do referencial selecionado foi utilizado para organizar uma tabela contendo diversas definições de “luz”, com seus respectivos autores. Esta tabela foi decomposta e entregue aos licenciandos em partes separadas, o que nos permitiu organizar um jogo, no qual os licenciandos deviam organizar a tabela ligando as definições de luz com os nomes dos que eles consideravam serem os autores. Nesta atividade os licenciandos tiveram a necessidade de por em ação seus conhecimentos, debater com os colegas as diferenças de concepções e posteriormente comparar com as informações da tabela original e continuar a atividade elaborando a representação gráfica numa linha do tempo, das épocas em que foram produzidas diversas definições do conceito “luz” e finalmente interpretar o resultado obtido no gráfico.

Assim, toda aula teve uma metodologia de trabalho diferenciada, em função dos objetivos, das possibilidades oferecidas pelos referenciais selecionados e das necessidades de coerência entre a essência do que se quer ensinar e a essência das atividades propostas. Além de considerar resultados de pesquisa em relação aos conteúdos a ser ensinados, consideramos também propostas da literatura em relação a estratégias metodológicas em sala de aula, para o qual procuramos aportes em tópicos relacionados com as formas de produzir e orientar debates em sala de aula, reflexões e atividades envolvendo indivíduos ou grupos.

Com relação ao debate como estratégia de ensino, privilegiamos a linha exposta por Alarcão (2003), segundo a qual este tipo de atividades deve estimular o desenvolvimento do pensamento crítico-reflexivo, visando analisar diversas situações não só para encontrar possíveis soluções ou apresentar críticas imediatas, mas para ganhar perspectivas cada vez mais abrangentes sobre o papel do professor na sociedade enquanto profissional do Ensino da Física.

Com relação ao trabalho individual e de grupo em sala de aula, embasamo-nos em propostas como a de Silva e Villani (2009), que colocam os alunos como protagonistas do seu próprio aprendizado, promovendo a cooperação e o debate de ideias, que lhes permitiram elaborar suas argumentações e se formar na autonomia, ao propiciar que eles aprendam a ouvir e se fazer ouvir, a desenvolver linguagem científica e a resolver problemas por conta própria. Também, a dinâmica de grupos, segundo Barros e Villani (2004) exige que a intervenção do professor, seja no sentido de orientar e discutir a produção dos alunos de forma contínua e não simplista, mas elaborada.

A fim de ampliar nossas possibilidades de planejamento das atividades, ao levar em consideração os objetivos e os conteúdos a partir das propostas dos referenciais, e na tentativa de nos afastar do ensino tradicional, optamos por estabelecer e definir uma gama de nove

possíveis dinâmicas de interação a serem praticadas em sala de aula, as quais foram sendo utilizadas em função da conveniência, ora como única estratégia, ora em combinações delas. Tais dinâmicas são:

1. *Dinâmica “do individual ao coletivo”*. Consiste em iniciar com atividades que obriguem a reflexões individuais, as quais poderão ser socializadas em duplas, posteriormente em grupos maiores, e finalmente, socializadas para todo o grupo, bem por meio de um representante de cada grupo ou bem por meio de perguntas do professor a fim de dar a conhecer para todos, os resultados de cada grupo. Sabendo que é preciso planejar o material a ser trabalhado em cada uma das fases, a fim de orientar as discussões, controlar o tempo e ir focando no tópico de interesse.

2. *Dinâmica “do coletivo ao individual”*. Consiste em apresentar ao grupo um problema ou tópico a ser tratado nesta aula, pedindo a opinião livre dos alunos sobre formas de resolvê-los ou sobre pontos de vista em relação ao problema, a fim de ir detectando as diversas linhas de pensamento. Posteriormente, organizam-se grupos de acordo com as formas de pensamento, seja pedindo para se juntarem por afinidade ideológica ou por discordância ideológica. Posteriormente se retorna à socialização com o grupo todo, para finalizar com uma atividade que leve o aluno à produção escrita individual, a fim de lhe permitir decantar os aprendizados da aula. Igual à a dinâmica anterior, é importante o planejamento do material para cada fase e a orientação permanente do professor.

3. *Dinâmica “o trabalho colaborativo”*. Consiste em organizar um determinado tópico em sub-tópicos, a fim de dividir a turma em tantos grupos quantos sub-tópicos se tenha, pedindo para cada grupo resolver um problema diferente ou uma parte diferente do problema. Posteriormente se faz rotação das produções entre os grupos, de tal forma que as soluções oferecidas por um grupo possam ser analisadas e complementadas por outro grupo, e assim sucessivamente até conseguir que todos os grupos participem de todas as partes. Finalmente se faz socialização geral, sempre com a orientação do professor e o material adequado, a fim de evitar que os alunos se limitem à crítica irreflexiva ou injusta da produção de seus colegas e progridam para um trabalho propositivo.

4. *Dinâmica “a pesquisa”*. Consiste em preparar um questionário para ser aplicado no começo da aula, sem o requisito de escrever o nome do autor das respostas. Este questionário poderá ter diversos fins: detectar ideologias, detectar pré-concepções, gerar questionamentos, etc. Posteriormente, pede-se para os alunos avaliarem os resultados do questionário, seja de forma individual ou coletiva, mas sempre fornecendo o roteiro de avaliação. Posteriormente, orienta-se a análise dos resultados obtidos sob a respectiva fundamentação teórica que

permitiu a elaboração do questionário, acompanhando os alunos num breve processo de pesquisa, tentando descobrir categorias e interpretar sua existência, para fechar com a socialização e conclusões do tópico estudado.

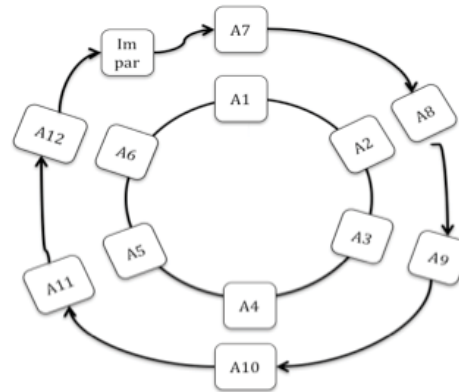
5. *Dinâmica “o rodízio”*. Consiste em organizar o grupo numa roda só e pedir para os alunos produzirem algum material escrito de forma individual. Posteriormente pede-se para passar a folha de cada aluno para o colega que se encontra à direita, a fim de que quem recebe a folha possa, por escrito, avaliar, questionar, criticar, complementar, etc., a produção de seu colega, sob as condições estabelecidas pelo professor. Depois de dar um tempo prudente (alguns minutos ou segundos), o professor pede para continuar passando a folha cada vez ao colega da direita, até cada aluno ficar com sua própria folha de novo. Posteriormente, pede-se para cada aluno refletir sobre o que seus colegas escreveram e abre-se o diálogo com os alunos, para permitir-lhes expressar seus aprendizados, aspectos que gostariam discutir, etc.

6. *Dinâmica de “retroalimentação”*. Consiste em que o professor constitui dados a partir dos resultados apresentados pelos alunos nas diferentes atividades relacionadas com o ensino de um tópico. Previamente à aula, o professor analisa estas informações, visando interpretar o significado de tais resultados em termos de, por exemplo, consensos dos alunos, pontos a debater, conceitos que precisam de estudos mais aprofundados, descrição da realidade do que aconteceu, etc. Assim, na aula da retroalimentação, o professor apresenta os resultados de tais análises e abre o diálogo com os alunos, a fim de receber um *feedback* por parte deles e também contribuir no exercício metacognitivo de reconhecimento dos saberes dos alunos.

7. *Dinâmica “o debate”*. O professor apresenta em plenária, uma problemática real existente na sociedade, na literatura, na academia, etc. Explica para os alunos quais as razões dessa problemática existir e o porquê ainda não é um assunto resolvido. Posteriormente, o professor entrega material de forma individual, a fim de que leiam e se aprofundem mais na compreensão da problemática, selecionando para este material, por exemplo, posições em confronto ou discursos que gerem controvérsia, visando oferecer recursos que permitam o debate. Pede-se para se reunirem em grupos, a fim de responder por escrito algumas questões preparadas pelo professor, visando levá-los a esclarecer seus pontos de vista e possíveis caminhos na resolução de tal problema. Finalmente, abre-se o debate entre as posições tomadas pelos diferentes grupos. Busca-se levar os alunos a se posicionarem em público em relação a suas concepções sobre o tópico colocado pelo professor e, portanto, contribuir na formação para a crítica reflexiva.

8. *Dinâmica “o relógio”*. A distribuição dos alunos na sala é feita em dois círculos concêntricos, onde os alunos do círculo interior ficam fixos e os alunos do círculo exterior vão se deslocando de uma posição à próxima, cada vez que o professor indicar. O posto ímpar é no caso de que o total de alunos da turma seja ímpar, para o qual um aluno ficará sozinho de cada vez. O resultado é que os alunos ficam organizados por duplas, olhando-se frente a frente, assim, quando o professor pede para os alunos do círculo exterior se deslocar a posição próxima à direita, as duplas mudam de integrantes permitindo uma nova interação, e assim sucessivamente, até conseguir a interação de todos com todos, sempre por duplas. Como é indicado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição dos alunos na dinâmica do relógio. Os símbolos A₁, A₂, etc., representam cada um dos alunos



Fonte: Os autores

Esta dinâmica pode ser aproveitada para diversos fins em função do tópico que esteja sendo trabalhado e dos objetivos propostos, em torno da reflexão, discussão, socialização, análise, etc. Por exemplo, para o caso da Figura anterior, podem ser entregues seis questões escritas, uma para cada aluno do círculo interior, a fim de que esse aluno dialogue com o colega que tem em frente cada vez. Assim, cada aluno do círculo interior poderá receber seis opiniões sobre a mesma questão, e por sua vez, cada aluno do círculo exterior poderá responder a seis questões sobre o mesmo tópico. Posteriormente abre-se o diálogo com a turma toda para intercambiar ideias e aprofundar na análise do tópico estudado.

9. *Dinâmica de “coavaliação”*. Busca oportunizar situações, nas quais os alunos possam avaliar seus colegas e para tanto, é necessário lhes fornecer os critérios e o material adequado. Assim, por exemplo, pode ser criado um roteiro, contendo aspectos a serem avaliados nas falas ou nas produções escritas dos colegas, por meio do uso de uma escala que permite ao avaliador indicar o grau de aceitação com relação aos aspectos colocados ou podem ser criados mecanismos de intercâmbio de materiais produzidos pelos alunos, a fim de

serem lidos e com base nisso solicitar aos alunos “avaliadores” a produção de uma interpretação deles, para posteriormente ser socializadas.

6.1.4. Sobre a avaliação do desempenho dos licenciandos e constituição de dados a serem analisados

Com relação ao processo de avaliação, embasamo-nos em reflexões como as de Fagundes (2002) que discute métodos de avaliação do ensino da Física, considerando processos que incentivem tanto o progresso dos alunos quanto do professor. É dado que ao longo do semestre atuamos tanto como professores, quanto como pesquisadores, planejamos as atividades a desenvolver em cada aula de forma, que sempre fosse possível obter alguma produção do licenciando para ser avaliada com critérios adequados ao tipo de atividade: produção escrita individual, produção escrita coletivamente, questionário, coavaliação por meio de intercâmbio de materiais produzidos, participação oral, produção de materiais e prova escrita.

O principal objetivo de avaliar os licenciandos foi estudar a forma como foram entendendo cada um dos conteúdos e o impacto que foi gerando neles, diante do desenvolvimento das diferentes atividades. A análise das informações obtidas nestas avaliações, foi realizada utilizando métodos de análise textual discursiva, para isso, elaboramos o *corpus* com as transcrições das respostas dos licenciandos nas diferentes atividades, categorizamos as informações, de acordo com os tipos de pensamento ou tendências de solução dos problemas, identificando controvérsias implícitas ou explícitas, pressupostos, lacunas e fortalezas no domínio dos conteúdos, para posteriormente interpretar o significado em termos de compreensão por parte dos licenciandos sobre o que é ensinar Física, e simultaneamente, em termos de nossa compreensão sobre o que é ensinar a ensinar Física.

Os resultados dessa análise foram apresentados para os licenciandos em forma de retroalimentação, em três momentos durante o semestre, correspondendo ao fechamento dos ciclos que envolveram as atividades correspondentes às três dimensões do ensino da Didática da Física, adotadas nesta proposta de curso de Didática da Física. Nesta mesma aula de fechamento de cada dimensão, foi aplicada uma prova escrita, a fim de consolidar as sínteses e conclusões dos aprendizados, mas também como mecanismo de controle da leitura dos referenciais teóricos por parte dos licenciandos.

Cada registro obtido nas diferentes aulas, incluindo a aula de retroalimentação e prova escrita, foi avaliado com nota de 0 a 10, considerando tanto a qualidade das produções em

relação aos tópicos que foram trabalhados, quanto à participação comprometida do sujeito. Isto significa que nenhuma atividade teve maior valor do que outra. Assim, a nota final foi o resultado da média das notas dos três blocos de aulas e, por sua vez, a nota final de cada bloco de aulas foi a média das notas obtidas nas diferentes aulas, incluso a prova escrita.

6.2. Perspectiva de desenvolvimento das três dimensões e estrutura geral do curso

Neste item, apresentamos nossa perspectiva sobre o que deve ser considerado como pressuposto para organizar a sequência de atividades, tendo como pano de fundo a estruturação nas três dimensões propostas, junto com três quadros que sintetizam a estrutura geral do curso, que foi desenvolvido e analisado, cujas análises contribuíram, por sua vez, na consolidação dos pressupostos agora apresentados.

Na *Dimensão Física*, consideramos que é importante começar, discutindo com os licenciandos o que significa desenvolver Didática da Física, visando levá-los a superar a visão de que se trata de um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam as atividades em sala de aula. Uma vez que, decidir o tipo de atividades e planejá-las, tanto em sua forma, quanto em seu conteúdo, exige conhecimentos sobre o Ensino da Física que vão além da transmissão de conteúdos de Física e do uso simples e ingênuo de recursos.

Embora tais “ferramentas” possam auxiliar o ensino de qualquer ciência (Química, Física, Biologia), o fato de serem pensadas em relação a conceitos específicos precisa de uma adequação de acordo com aspectos como: as características epistemológicas da Ciência a ser ensinada, as características dos aprendizes, as condições de ensino, os objetivos do ensino e os discursos próprios do professor.

Depois de conseguir que o licenciando entre nesta perspectiva, é necessário refletir com eles sobre que, o primeiro passo para planejar sequências didáticas para o ensino de Física é ter consciência do domínio dos conteúdos da Física a serem ensinados. Assim, visando auxiliá-los nessa tomada de consciência, propomos o uso de exercícios embasados em conhecimentos da História, Filosofia e Epistemologia da Física. Entendendo que, o uso destas disciplinas no Ensino de Didática da Física não é para mostrar aos licenciandos como ensinar a História, a Filosofia, ou a Epistemologia, mas para ensinar a (re)pensar o conhecimento disciplinar dos futuros professores e em consequência, fazê-los refletir sobre alguns critérios, a partir dos quais possam criar seus próprios métodos de ensino.

Significa que exercícios embasados nestas áreas devem levá-los a desenvolver reflexões de tipo filosófico ou reconstruções de seu conhecimento, a partir de levantamentos

apresentados pela literatura de História da Física ou aprender novas perspectivas de enxergar conceitos já aprendidos a partir de reflexões de tipo epistemológico.

Por exemplo, podemos partir do pressuposto de que as pessoas precisam ser formadas para “observar” o mundo físico, sabendo que cada vez é mais determinante o papel do observador na construção da Física, dado que o que ele observa e a forma como descreve a observação, depende de conhecimentos próprios e também da interação e o diálogo com a observação de outros pares sobre o mesmo sistema. Assim, é possível orientar os licenciandos para aperfeiçoar sua capacidade de observação dos sistemas físicos, partindo de observações que considerem a aparência do sistema, passando para a observação da relação entre as partes do sistema e chegando até a observação das causas e consequências das relações entre as partes do sistema.

No Quadro 4 (p.91), apresentamos a proposta de estrutura do curso nesta dimensão, que trata de uma aula de introdução à concepção de Didática da Física, quatro aulas em que se desenvolvem exercícios com base na História, Filosofia e Epistemologia e uma aula de retroalimentação e avaliação escrita dos licenciandos.

Na *Dimensão sociocultural*, propomo-nos a desenvolver uma transição entre a identidade do licenciando com a Física e sua identidade com o Ensino da Física. Sabendo que na *Dimensão física* já foi trabalhado desde a perspectiva de que um maior domínio da Física implicará em melhores condições para seu ensino, mas entendendo que tratar tais conteúdos em contextos educacionais, precisa de novas tomadas de consciência, desta vez sobre os objetivos de ensiná-la e a necessidade de adequação ao contexto.

Consideramos que trabalhar com exercícios, nos quais se possam estudar formas de interação com os alunos e as implicações de diversas formas de interação em termos de comunicação e atuação em sala de aula, é possível, preparar o futuro professor com uma certa identidade profissional e com um certo grau de autonomia prévio à prática docente. Portanto, convém desenvolver exercícios que questionem sobre problemas reais do ensino da Física e possíveis formas de solucioná-los, a partir de conhecimentos trazidos de disciplinas como a Psicologia da aprendizagem, a Sociologia, a Linguagem e a Pedagogia, apresentando aos licenciandos posições definidas sobre inter-relações de cada uma destas disciplinas com o ensino da Física, visando gerar posicionamentos críticos e reflexivos.

Por exemplo, podemos nos posicionar frente a uma das correntes pedagógicas marcantes das últimas décadas, como é o ensino a partir da perspectiva CTS. Neste ponto consideramos que a “perspectiva CTS” não é um conteúdo específico, mas uma forma de entender *o porquê e para que* se ensina Ciências que, por sua vez, tem impacto nos *métodos*

utilizados para ensinar e aprendê-la, e que, portanto, deve estar presente como princípio orientador, ao longo de todo o processo de ensino e de aprendizagem. Assim, podemos levar os licenciandos a discutir sobre os cuidados que deveriam ser tomados para otimizar o planejamento de um processo de ensino a partir de relações CTS, sabendo que não se trata de trabalhar aplicações tecnológicas dos conceitos físicos, esquecendo os aspectos socioculturais, também não é trabalhar questões sociais, esquecendo as implicações tecnológicas e também não é inserir na sequência de atividades de ensino alguma atividade extra, seja como introdução ou como finalização da aula tradicional.

No Quadro 5 (p.92), apresentamos a estrutura do curso nesta dimensão, que trata de uma aula discutindo o ensino de Física em situações educacionais diferenciadas, em torno da perspectiva CTS, de reflexão na ação e para ação, e finalmente, a avaliação escrita e retroalimentação.

Por último, na *Dimensão técnica*, temos dois propósitos. O primeiro visa aproveitar as tomadas de consciência nas duas dimensões anteriores para orientar os licenciandos a entender a necessidade de se formar para enriquecer a interação em sala de aula, a partir de recursos auxiliares. O segundo, visa levá-los a ampliar suas visões sobre as possibilidades de uso da experimentação, das tecnologias e dos referenciais bibliográficos.

Consideramos que o uso da experimentação em sala de aula vai além de “motivar” ou “cativar” os alunos. Ela é importante, entre outros, para orientar os alunos na compreensão de suas formas de explicar, interagir com os colegas, visando aprimorar raciocínios e ampliar sua linguagem científica. Para tanto, visamos envolver os licenciandos em análises das práticas, a partir de exercícios, que busquem trabalhar na identificação de variáveis que intervêm em um sistema, as teorias que explicam o fenômeno e nas análises de possíveis formas de considerar este conhecimento no ensino. Esperamos com isso, proporcionar avanços no aprendizado da Física envolvida nas práticas por parte dos licenciandos, oportunizando ampliação ou compreensão de suas formas de explicar, o que proporciona uma visão mais ampla das possibilidades de inserção deste recurso em sala de aula.

Em relação ao uso de TIC's, propomo-nos questionar as concepções dos licenciandos sobre as potencialidades reais de diversos recursos tecnológicos, indo além da consideração do uso do computador, como mero fornecedor de informações ou facilitador de cálculos, e estudando modos diferenciados de interação mediados pela tecnologia, por meio de exercícios práticos, que lhes permitam julgar com critérios, a conveniência ou não de utilizá-los num determinado processo de ensino de Física.

Finalmente, com relação ao uso do material bibliográfico, buscamos levar o licenciando a (re)conhecer a diferença entre os materiais: livro de texto didático, resultados de pesquisa em Física, resultados de pesquisa em Ensino de Física, divulgação científica e enciclopédia, com suas respectivas possibilidades de uso. Objetivamos orientá-los na construção de critérios para analisar os fins, para os quais foram produzidos tais materiais, critérios para determinar o grau de concordância com a forma como se apresenta o conhecimento científico nestes recursos e critérios para determinar as vantagens e desvantagens de utilizá-los, seja diretamente nas atividades com os alunos, na auto- formação do professor ou na preparação da aula, em torno a críticas reflexivas sobre diversos tipos de materiais.

No Quadro 6 (p.93), apresentamos a estrutura do curso nesta dimensão, que trata de uma aula, trabalhando exercícios práticos de experimentação, outra com exercícios práticos de uso de TIC's, uma aula desenvolvendo uma análise crítica de diversos materiais bibliográficos e a aula final de retroalimentação e prova escrita desta terceira parte.

Quadro 4– Estrutura da primeira parte do curso com relação à Dimensão Física, contendo: Objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação

Aula	Objetivos	Conteúdos	Metodologia geral	Registro para avaliação
1	Introduzir a disciplina a partir de uma tentativa de definição da Didática da Física.	Definição de “Didática”, “Didática das Ciências”, “Didática da Física” e “transposição didática”	Dinâmica, <i>do individual ao coletivo</i> e <i>do coletivo ao individual</i> , por meio da análise de trechos de textos, exposição oral, debate e produção escrita.	Participação no preenchimento do questionário inicial e final.
2	Tratar o problema da queda dos corpos, em torno de um exercício de tipo metacognitivo, a fim de levar os licenciandos à revisão do seu saber.	Resolução do problema aberto: um corpo é lançado na vertical para cima. Qual a altura máxima por ele atingida?/ Análise das formas de resolução deste problema	Dinâmica, <i>do individual ao coletivo</i> , a partir da solução a um problema aberto.	Coavaliação e participação ativa em grupo, registro escrito com as respostas das questões.
3	Usar recursos da História e Filosofia da Física, em torno das concepções de natureza da luz, para levar os licenciandos à revisão do seu saber.	Linha do tempo das visões de natureza da luz ao longo da História da Física.	Dinâmica, <i>do coletivo ao individual</i> , a partir da solução de um quebra-cabeça de linha do tempo sobre a definição de natureza da luz, análise, debate e produção escrita.	Participação nas atividades, registro escrito individual.
4	Identificar os perfis epistemológicos dos licenciandos em relação ao “tempo”, usando saberes da Epistemologia da Física.	Obstáculo epistemológico e perfil epistemológico na concepção de tempo.	Dinâmica, <i>a pesquisa</i> , a partir da aplicação e análise de questionário que visa detectar perfis epistemológicos sobre o conceito de tempo.	Preenchimento de questionário e informe de trabalho em grupo
5	Refletir sobre o problema da “observação” e a “medição” dos fenômenos físicos.	Reflexões sobre a definição em termos absolutos do “grande” e do “pequeno” na natureza.	Dinâmica, o <i>rodízio</i> a partir da observação individual, <i>coavaliação</i> da produção escrita individual e <i>o debate</i> .	Descrição das observações e, participação na dinâmica proposta.
6	Avaliar a compreensão das leituras realizadas sobre os diferentes referenciais teóricos trabalhados. Socialização dos resultados obtidos nos exercícios desenvolvidos, a fim de estimular a auto-avaliação e a coavaliação.	Produção escrita sobre tópicos desenvolvidos com base nos diferentes referenciais teóricos. Análise dos resultados obtidos nos diversos exercícios, por meio de análise textual discursiva.	Dinâmica, prova escrita e retroalimentação.	Prova escrita e participação na socialização de resultados

Quadro 5 - Estrutura da segunda parte do curso com relação à Dimensão sociocultural, contendo: objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação

	Objetivos	Conteúdos	Metodologia geral	Registro de avaliação
7	Evidenciar a necessidade de integrar saberes vindos de diversas disciplinas, a fim de dar um tratamento à Física, para ser ensinada a públicos específicos como: alunos com deficiência visual, crianças, adolescentes no ensino médio e educação para jovens e adultos.	Dificuldades de comunicação com alunos deficientes visuais/ Características do pensamento infantil e aprendizagem do mundo físico/ Perspectivas de aprendizagem na EJA/ uso de analogias no ensino da Física no nível médio	Dinâmica, <i>trabalho colaborativo</i> , a partir da análise do ensino de Física para quatro tipos de alunos; deficientes visuais, crianças, adultos e adolescentes.	Participação coletiva e registro escrito das propostas de solução aos problemas colocados.
8	Envolver os licenciandos em um exercício que os leve a integrar alguns dos seus conhecimentos de Física, com os problemas sobre “consumo de energia” e “aquecimento global” para o planejamento de uma aula.	Propostas, críticas e desafios da Didática das Ciências na perspectiva CTS/ Documentos de descrição científica sobre os problemas/ Notícias recentes sobre tecnologia para o cuidado de meio ambiente/ Notícias recentes do projeto de lei no senado Brasileiro, sobre política ambiental.	Dinâmica, <i>o debate</i> , a partir do problema na interpretação do significado da relação CTS	- Participação oral no debate - Formato de elaboração de propostas de aula.
9	Contribuir na conscientização para tomada de decisões ao momento de agir em sala de aula, sob circunstâncias inesperadas.	Relatos da pesquisadora sobre diversas situações vividas em sua experiência própria de ensino da Física.	Dinâmica, <i>o relógio</i> , a partir da reflexão sobre relatos apresentados aos licenciandos.	-Complementos aos relatos./ Respostas às perguntas indicadas. /Socialização de reflexões.
10	Avaliar a compreensão das leituras realizadas sobre um grupo de referenciais teóricos Estimular a autoavaliação, e a coavaliação por meio da socialização de resultados de avaliação.	Produção escrita sobre tópicos desenvolvidos com base nos diferentes referenciais teóricos. (8 artigos)	Dinâmica, retroalimentação, prova escrita	Prova escrita

Quadro 6- Estrutura da terceira parte do curso com relação à Dimensão técnica, contendo: objetivos, conteúdos, metodologias e registro de avaliação

	Objetivos	Conteúdos	Metodologia geral	Registro de avaliação
11	Envolver os licenciandos em reflexões sobre as estratégias de identificação, compreensão e explicação da prática de laboratório. Desenvolver diversas perspectivas de uso da experimentação no ensino da Física.	O experimento de pensamento/ O experimento demonstrativo / O experimento virtual /O experimento a fim de comprovar a teoria / O experimento caseiro e sua montagem.	Dinâmicas; <i>trabalho experimental, coavaliação</i> , a partir do desenvolvimento de cinco tipos de experimentos.	Roteiro de desenvolvimento da prática experimental Avaliação dos colegas sobre a apresentação (ficha de avaliação).
12	Reconhecer diferentes recursos das TICs com suas possibilidades de uso em diversos ambientes educacionais.	Classificação de TICs/ Áudio conto/ Vídeo experimental/ Fotografia estroboscópica sem lâmpada/ software educativo para tratamento de Variáveis e Parâmetros/ Questionário de avaliação <i>online</i> .	Dinâmicas; <i>trabalho interativo com tecnologias, coavaliação</i> , a partir da interação prática com cinco tipos de TIC's	Preenchimento da ficha de recursos tecnológicos em contextos educativos. Avaliação dos colegas sobre a apresentação do material de ensino (ficha de avaliação).
13	Analisar o uso de diversos recursos bibliográficos (livro didático, livros resultado de pesquisa em ensino de Física, informação da Wikipédia, livro de divulgação científica, livro resultado de pesquisa em Física) em torno da ideia de "movimento"	Diversos recursos bibliográficos tratando o movimento: livro didático, resultado pesquisa em Ensino de Física e em Física, divulgação científica e enciclopédia virtual.	Dinâmicas; <i>Leitura e análise bibliográfico, coavaliação</i> , a partir de quatro tipos de material bibliográfico.	Roteiro de análise da leitura Apresentação oral do exercício desenvolvido em sala de aula
14	Estimular a autoavaliação e a coavaliação. Avaliar a compreensão dos exercícios desenvolvidos com recursos de experimentação, recursos das TICs e recursos bibliográficos.	Retroalimentação de resultados de avaliação. Revisão e análise dos diferentes tópicos trabalhados nas três aulas anteriores.	Dinâmicas; retroalimentação, prova escrita, avaliação do curso.	Prova escrita. Opinião escrita.

7. ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Neste capítulo, discutiremos os resultados obtidos ao desenvolver, com um grupo de licenciandos, a proposta de curso de Didática da Física. A apresentação se faz em torno da sequência de atividades projetadas para os conteúdos e objetivos propostos para o Ensino da Didática da Física, os quais foram organizados nas três dimensões já descritas. Em cada um dos três primeiros itens, descrevemos: a atividade desenvolvida, os referenciais teóricos nos quais se embasa o planejamento da atividade e uma interpretação do que observamos nas respostas que os licenciandos deram durante as diversas atividades. No quarto item relatamos nossa interpretação da avaliação que os licenciandos deram para o curso que lhes foi oferecido.

7.1. Sequência de atividades na Dimensão Física

7.1.1 Caracterização da Didática da Física

A atividade neste tópico foi baseada em análises presentes na literatura sobre as definições de “Didática das Ciências” e “transposição didática”, com autores como: Astolfi e Develay (1989), Brockington e Pietrocola (2005), Carvalho e Gil-Pérez (1993), Custódio e Pietrocola (2004), Sanmartí (2002) e Villani e Nascimento (2003), sabendo que dentre estes autores existem visões diferentes.

Observamos que, ao perguntarmos pela diferença entre “Didática Geral” e “Didática das Ciências”, os licenciandos praticamente não as encontraram e as definiram como um conjunto de ferramentas, metodologias ou modelos de ensino, que servem para que os alunos aprendam o conteúdo de forma eficaz ou para cativar os alunos. Embora alguns falem em “habilidades para o ensino”, “diversas abordagens para os conteúdos” ou “métodos que auxiliam o processo de ensino e aprendizagem”, todas as afirmações são na perspectiva de “passar o conteúdo” da melhor forma possível.

Quando perguntados sobre o significado da “Didática da Física”, afirmam que é a mesma definição anterior só que, desta vez, considerando os conteúdos da Física, relacionando-os com o dia-a-dia, com a História, com a Filosofia, ou utilizando experimentos e debates no ensino. Mas, não se faz menção da epistemologia específica da Física e também não se fala do tipo de conhecimentos, que precisa ter o professor para conseguir desenvolver tal Didática da Física.

Ao definir a Didática Geral e a Didática da Física nos mesmos termos, só as diferenciando pelo conteúdo a ensinar, observamos que os processos de ensino e de aprendizagem são entendidos como comuns para todas as disciplinas. Assim, o que habilita o professor para desenvolver a “Didática da Física” é o fato de ter conhecimentos de Física e levá-los à prática em sala de aula. Parece que a Didática está contida na própria Física e na própria prática de ensino, uma vez que a menção de outros campos de conhecimento, tais como a História, a Filosofia das ciências e a experimentação ocorre, principalmente, procurando desenvolver metodologias para “cativar” ou “motivar” o aluno. O que pode ser interpretado que estes saberes não são pensados como parte estruturante da Didática, mas como recursos externos, de uso esporádico, circunstancial ou eventual.

Quando os licenciandos são questionados em relação à “Transposição Didática”, alguns falam que se trata de adequar os conteúdos de acordo com o nível de ensino, que é uma maneira de formar professores ou é o tratamento de um mesmo conteúdo com diferentes estratégias ou é o uso de recursos didáticos. E alguns a definem como a transformação ou adequação do *saber sábio* em *saber a ser ensinado*, embasando-se no texto de Brockington e Pietrocola (2005), que foi discutido em sala de aula. Mas não explicitam aspectos das visões de Ciência e ensino das Ciências que podem estar por trás de uma determinada “transposição didática”, o que significa que é definida como uma ação neutra, desprovida de visões sobre a natureza da ciência e natureza da educação. A seguir apresentamos alguns exemplos de respostas fornecidas pelos futuros docentes:

Transposição didática é:

“...O ato de ensinar outra pessoa a ensinar...”

“...Uma habilidade que todos os professores devem ter...”

“O uso de uma Didática específica de um determinado ambiente em outro ambiente...”

“...A maneira de se transmitir informações ente níveis de conhecimento (de doutor para graduação)”

“...Transmitir o conhecimento a outras pessoas...”

“Colocar conteúdos, como exercícios conceituais e matemáticos de forma que o aluno possa ‘colocar suas ideias’ dentre o ambiente que vive...”

“Levar a turma a reconhecer a física (...)no seu cotidiano”

“Ocorre em uma aula em que um professor utiliza uma certa Didática para explicar um conteúdo, e estes aprendem.”

“É a aplicação de diferentes arranjos dos recursos que compõe a Didática”

“A maneira que o professor adequa um conjunto de conhecimentos científicos tentando torná-los significativos para a formação profissional ou social do aluno”

Em geral, nota-se certa confusão nas definições, mas, ao mesmo tempo, existe um consenso de que este campo objetiva levar o ensino além da mera resolução de problemas, como se percebe nas respostas oferecidas à questão.

7.1.2 História e Filosofia na (re)construção do conhecimento da Física

- *Exercícios com reflexão de tipo Filosófico*

O primeiro exercício foi inspirado nos trabalhos de Neto (1998) e Höttecke (2010), que consistiu em resolver, de maneira individual, o problema aberto: *um corpo é lançado na vertical, para cima. Qual a altura máxima que ele atingirá?* Depois os licenciandos fizeram a socialização das respostas em duplas e o arranjo do problema, a fim de conseguir uma solução quantitativa. Posteriormente, foi propiciada uma discussão de tipo “filosófica”, ao questionar o porquê das respostas e das “crenças” que lhes permitiram dar tais respostas.

Nas respostas individuais, alguns licenciandos falaram que o problema não tem solução, uma vez que não tem condições físicas adotadas: mas, também não adotaram condições. Outros falam da necessidade de adotar condições, como: *velocidade inicial, resistência do ar, sistema Terra, massa do corpo, força de interação gravitacional entre as massas, aceleração da gravidade, tipo de lançamento, condições ambientais, força e direção do vento, público alvo, altura da qual é lançado o corpo, material e dimensões do corpo, coeficiente de dilatação dos corpos, coeficiente de atrito do ambiente*. Entretanto, sem adotar valores em quaisquer dos casos.

Já na solução por duplas, sugerem, pelo menos, dois modelos de solução do problema, um que chamam de “Método Torriceli”, no qual dizem considerar o movimento no sentido contrário a g , e $V=0$ na altura máxima, escrevendo as equações;

$$V^2 = V_0^2 - 2g\Delta x \quad (1)$$

$$\Delta x = \frac{V_0^2}{2g} \quad (2)$$

V =Velocidade; x =distância; g =aceleração da gravidade.

E outro, que chamam de Método de “Conservação da Energia Mecânica”, escrevendo a demonstração para obter a equação de cálculo da altura máxima;

$$(3) \quad E_{m,i} = E_{m,f}$$

$$(4) \quad E_{p,max} = E_{c,max}$$

$$(5) \quad mg\Delta x = \frac{1}{2}mV^2$$

$$(6) \quad \Delta x_{\text{max}} = \frac{V^2}{2g}$$

E_m = Energia mecânica; E_p =Energia potencial; E_c =Energia cinética; m =massa.

Mas em nenhum dos casos, atribuíram valores numéricos para as variáveis envolvidas nas equações, buscando a solução quantitativa do problema.

Interpretamos esse fato como uma tendência a considerar: “óbvio” que as equações descrevem sistemas ideais; que todo mundo entende quais os rankings possíveis de valores que uma variável pode assumir; que as equações em si mesmas já consideram as condições de ocorrência do fenômeno; e que as unidades de medida não precisam ser explicitadas na compreensão do fenômeno. Provavelmente os licenciandos sabem que todos estes assuntos não são “óbvios”, porém, agem como se o fossem.

Por outro lado, encontramos três das quatorze respostas, que evidenciam como, a aprendizagem de teorias da Física, não garantem necessariamente a compreensão dos fenômenos, nem a coerência entre os diferentes conceitos aprendidos.

-“A altura máxima será (quando $v=0...$) Isso ocorre devido a resistência do ar.

- “Se o corpo é lançado no vácuo, não teremos a resistência do ar e o movimento continuará na vertical, para cima, pois, não haverá a presença de nenhuma força que impeça com que o movimento continue, seguindo a lei da inércia.”

- “Considerando que a maior velocidade possível que um corpo pode atingir é a velocidade da luz, Podemos supor o seguinte calculo: (Considerando que estamos na Terra).”

$$(7) \quad V^2 = V_0^2 + 2a\Delta x$$

$$(8) \quad V = 0; V_0 = c; a = g = 10$$

$$(9) \quad V^2 = V_0^2 - 2a\Delta x$$

$$(10) \quad \Delta x = \frac{0 - (3 \times 10^8)^2}{2 \times 10}$$

$$(11) \quad \Delta x = 4,5 \times 10^{-22}$$

a =aceleração; c =velocidade da luz

Embora os autores destas últimas soluções tenham explicado que deram essas respostas ao interpretar a questão de formas diferentes ou que estavam tentando explorar os limites das possibilidades de imaginar esse sistema, há uma evidente confusão e lacunas no domínio conceitual. Por exemplo: há uma tendência a pensar que a ausência de ar implica na

ausência de gravidade; não há clareza a respeito das condições que teriam que dar para que o objeto pudesse abandonar a Terra em condições reais ou ainda ideais.

Note que a resposta um poderia ser avaliada como correta, se não fosse pelo fato do autor ter confundido a causa pela qual a velocidade torna-se zero, que é o efeito da gravidade e não a resistência do ar. A resposta dois poderia ser correta, se o problema considerasse ausência de gravidade, mas ao problema falar de “um corpo lançado na vertical, para cima” entende-se que tem implícita a presença de um campo gravitacional que lhe dá sentido à expressão “acima” e “abaixo”, além de que ainda no vácuo pode existir o campo gravitacional. A resposta três supõe a velocidade de lançamento como a velocidade da luz e, ao mesmo tempo, supõe constante a aceleração gravitacional, obtendo um valor enorme mas finito, sendo que, se o corpo fosse lançado com essa velocidade, se transformaria numa onda eletromagnética e não se deteria. Esta situação foi uma importante oportunidade de discussão com os licenciandos sobre a forma como entendem e explicam seus conhecimentos.

Na segunda parte desse exercício foi perguntado: *quais são as evidências que lhes permitem acreditar no fenômeno da queda dos corpos?* A seguir exemplos das respostas mais comuns.

“A evidência é algo observável, e observamos a queda acontecer...”

“Pelo fato de sentir o campo gravitacional...”

“Pela observação empírica (tal como o fez Aristóteles)...”

“A experiência cotidiana mediada por um contato com a metodologia científica...”

As respostas indicam que a maioria entende que para “observar” um fenômeno, só precisa vê-lo acontecer, uma vez que as evidências do fenômeno são basicamente o fato observável de que as coisas caem ou a “sensação de atração da gravidade”, mas sem considerar o significado de uma construção teórica prévia para “observar algo acontecer”. Isto pode ser interpretado como falta de clareza do papel do “observador”, do “observado” e do “observável (visível a olho nu, ou não, mensurável, ou não) para construir a compreensão de um fenômeno, mas que acredita na experiência sensorial direta e/ou no que diz a ciência.

Foi feita também a questão: *Qual a teoria que explica a queda dos corpos?* Algumas respostas representativas foram:

“Várias, como as de Aristóteles (estado natural), Galileu e Newton (atração entre corpos)”

“Inúmeras teorias, sendo a do Newton a mais aceita pela comunidade científica”

“A teoria da queda livre dos corpos formulada por Galileu através das experiências realizadas na torre de Pisa para estudar a resistência do ar, e complementada por Newton com a gravitação.”

“A teoria da queda livre dos corpos (Galileu)”

Observamos que, embora a maioria tenha utilizado as equações da mecânica Newtoniana na resolução do problema aberto, muitos consideram que são várias as teorias que explicam esse fenômeno. O fato de acreditar que pode ser utilizado indistintamente quaisquer modelos explicativos, criados ao longo da história, pode ser interpretado como se eles não tivessem clareza da epistemologia dos conceitos envolvidos. Por exemplo, é curiosa a combinação que fazem entre a explicação de Aristóteles com a de Newton, como se fossem complementares e não incompatíveis.

Em, seguida perguntamos pelo *papel da experimentação no caso da resolução deste problema*. A resposta foi quase unânime: é para “comprovar” ou “corroborar” a teoria; um caso fala em “fixar conhecimentos” e outro em “motivar a criação da teoria”. Observamos que os licenciandos não falaram sobre o que é “experimentar”, nem se o modo de experimentar tem algo a ver com o tipo de teoria que explica o fenômeno.

Todas essas respostas foram motivo de ampla discussão com os licenciandos, o que nos permite afirmar que exercícios deste tipo fazem com que os participantes se autoconfrontem em busca de maior compreensão do conhecimento científico, ao orientar uma tomada de consciência e uma “evolução conceitual”, em aspectos como: a utilidade dos sistemas ideais, a matematização implícita no estudo e descrição do fenômeno, os diversos usos da experimentação na construção do conhecimento, a observação como um exercício não neutro nem unidirecional, entre outros.

Para finalizar este exercício e a fim de ligar com reflexões a respeito do ensino da Física, foi proposta a seguinte questão: *Quais seriam os primeiros passos para ensinar este fenômeno?* Os licenciandos disseram:

“Apresentar as diversas explicações do fenômeno, desde Aristóteles até Einstein”
“Demonstrar o fenômeno utilizando objetos de diferentes massas, para abstrair as pré-concepções...”
“Verificar as concepções prévias dos alunos por meio de uma conversa informal, e observar a queda de dois corpos”
“Experimentar em concordância com as pré-concepções que tem a literatura, para ir ao encontro das concepções mais errôneas”
“Aplicar questionário para conhecer o que eles acham que acontece, para procurar respostas similares às dos filósofos...”

As respostas mostram que eles pensam diretamente na atuação em sala de aula, já que dentro dos primeiros passos para ensinar o fenômeno, ninguém considera a auto-revisão do seu saber, nem a delimitação da perspectiva, com a qual será ensinado o fenômeno nem os objetivos de ensiná-lo e nem o contexto no qual vai ser ensinado. Indiferentemente destes aspectos, descrevem metodologias de trabalho, sendo duas as tendências: uma, que visa

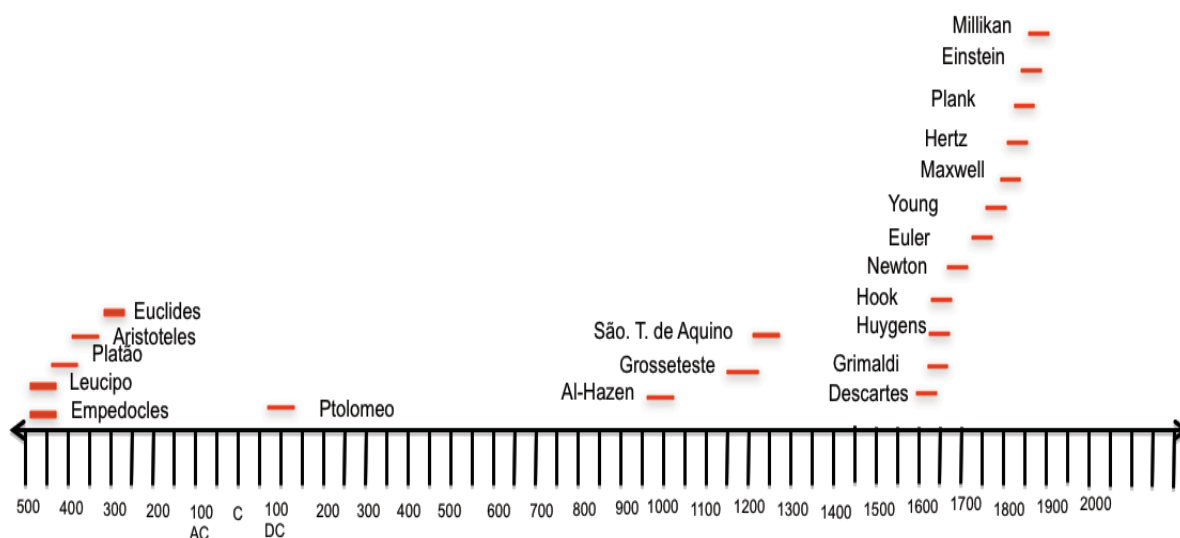
levantar as pré-concepções e outra que parte da experimentação com objetos caindo, ou combinações das duas.

Encontramos ainda, diferenças dentro das duas tendências de atuação. Para alguns, o uso das pré-concepções visa produzir “mudança conceitual” de visões “erradas” para visões “certas”; para outros, é simplesmente para introduzir o tema e, para outros é para fazer paralelos entre as explicações dos alunos e as explicações dos físicos ao longo da História. Já no uso da experimentação, para alguns trata-se de “observar a queda acontecer” e para outros de “demonstrar o fenômeno”.

- *Exercício a partir de revisões da História da Ciência*

Este exercício foi elaborado com base no trabalho de Silva (2010) e, Silva e Martins (2010) que apresentam uma descrição das diferentes concepções de natureza do conceito de luz ao longo da história. Com base em informações apresentadas por estes autores, planejamos uma atividade, na qual os licenciandos deveriam representar graficamente (numa linha do tempo) a época em que os diferentes cientistas foram definindo a natureza da luz ao longo da história da Física, exercício que deu como resultado o Gráfico 1.

Gráfico 1- Linha do tempo das visões de Natureza da Luz



Fonte: os autores

A análise desse gráfico permitiu orientar uma discussão sobre como as culturas, com ênfase nas questões de cunho religioso, filosófico, político, tecnológico ou experimental, incidem, de alguma maneira, no desenvolvimento das produções científicas, bem como as diversas condições culturais ao longo da história e a participação de personalidades e cientistas no processo. Os licenciandos participaram da discussão manifestando a surpresa do

gráfico obtido, uma vez que eles imaginavam que tinha acontecido num contínuo e não nesses momentos que se observam claramente discretos. Além disso, expressaram dúvidas em relação aos períodos, nos quais existiram alguns dos autores.

Em seguida foi entregue para eles uma folha com as definições de luz de cada um desses autores, mas sem o nome do autor, a fim de levá-los a tentar decidir quem disse o que a respeito da natureza da luz. Esta parte foi difícil, pois eles se confundiam com as definições, mas gerou expectativa de conhecer a solução. Depois de verificar com eles a solução e revisar as diferenças entre definições da luz em função das épocas, foi feita a seguinte questão: *Como você descreve a natureza da luz?* Eles responderam,

“A luz é um pacote de onda (onda localizada) que se propaga sem a necessidade de um meio. A sua interação se dá como uma onda e como uma partícula”

“...uma dualidade de onda-partícula, onde o seu caráter ondulatório é estudado particularmente por meio da formação de grupos de ondas...”

“possui natureza onda-partícula, interage como partícula e se propaga como onda...”

“Uma forma de energia que se propaga através do espaço, ora como onda eletromagnética ora como partícula

“... onda ou partícula, dependendo da interação que exista com ela”

“A natureza da luz, assim como diversas outras questões físicas ainda está em aberto podendo ser modificada a qualquer momento...”

“Depende da necessidade;(...) com estudo de lentes e espelho, a óptica geométrica seria suficiente (...) se houver seleção com as tecnologias atuais, o modelo vigente (baseado no comportamento onda-partícula) seria necessário.

“...pode se comportar como uma onda ou uma partícula dependendo da sua situação”

“... se propaga como onda e interage com a matéria como partícula ...”

Encontramos visões da natureza da luz aparentemente similares, no sentido de que todas falaram de um certo comportamento como onda e/ou partícula. Porém, radicalmente diferentes em suas definições: onda que interage com a matéria, como onda e como partícula; onda cujo comportamento particular se dá em forma de grupos de ondas, propaga-se como onda e interage como partícula; propaga-se como onda eletromagnética ou como partícula; o comportamento como onda ou partícula depende da situação.

Observa-se que todos tendem a propor explicações baseadas no modelo consolidado no começo do século XX, segundo o qual, na teoria da mecânica quântica se relacionam aspectos corpusculares à radiação e também aspectos ondulatórios às partículas, mas as diversas definições sugerem que existem confusões que evidenciam, em vários casos, possível falta de compreensão do fenômeno em si, como se observa, por exemplo, em respostas que não diferenciam exatamente em que consiste o comportamento ondulatório ou corpuscular da luz, ou respostas que não respondem à questão, mas falam de outros aspectos.

Em seguida perguntamos pelos aportes ou as contribuições que reconheceram neste exercício para seu enriquecimento, como professor ou pesquisador em Física ou em Ensino de Física. Em geral, os licenciandos reconhecem que a aprendizagem das diversas visões de natureza da luz existentes na História da Física, lhes permitirá melhorar seu desempenho, enquanto futuros professores e pesquisadores. Também reconhecem que a estratégia do uso de História e Filosofia da Física é muito importante para auxiliar o ensino da Física, já que permite desmitificar a ideia de ciência como verdade absoluta e compreender melhor como se constrói o conhecimento e também a aguçar o senso crítico. Além disso, declaram ter aprendido sobre Física ou ao menos terem tomado consciência do que precisam estudar melhor e ter desenvolvido o senso crítico do conhecimento que já possuíam.

Isto nos permite inferir que, efetivamente, uma forma significativa de ensinar a Didática da Física é colocando em prática os tópicos que se ensinam. Observamos nos licenciandos a intenção de aproveitar as aprendizagens neste exercício para planejar suas aulas com base em conhecimentos oferecidos pela pesquisa que relaciona a História com o ensino de Física, ao mesmo tempo que lhes dá confiança o fato de sentir que compreendem um pouco mais da Física.

“...Isto que foi abordado, estudado, e aprendido na aula contribuiu de forma bastante significativa para mim como professor, pois tem uma base melhor para explicar aos meus alunos como a Física, os conceitos, como a história se deu em quais contextos...”

“...O conhecimento destas teorias auxiliam na compreensão da história delas, ajudando a mostrar para o aluno como o conhecimento científico evolui...”

“... Conhecendo as diferentes teorias antigas, posso apresentar a evolução dos modelos aos alunos; assim eles verão que as teorias não são coisas de gênios, que se desenvolvem num “in-site”

“...O estudo realizado com auxílio da história e filosofia da ciência remete ao aluno uma visão diferenciada da ciência. Esse passa a perceber que esta não se comporta de maneira linear e começa a desmitificar a questão da verdade absoluta e aumenta seu senso crítico”

“É de grande importância saber/conhecer como decorre a construção do conhecimento a fim de fazer as análises necessárias”.

7.1.3. Epistemologia como auxílio em exercícios metacognitivos

- *Os perfis epistemológicos*

O material para esse exercício foi elaborado a partir da exploração de resultados de pesquisa da área, com ênfase na questão epistemológica, baseados na produção de Martins e Pacca (2005), que propõem um questionário de reconhecimento dos perfis epistemológicos na concepção de tempo. Propusemos-nos a detectar as pré-concepções dos licenciandos a respeito do conceito de tempo por meio da identificação de seus perfis epistemológicos e

analisar com eles o significado dos perfis encontrados, para oportunizar aprendizagens em dois níveis: um, relacionado com formas aprofundadas de detectar pré-concepções, superando a visão simplista de detectar pré-concepções a partir da questão sobre o que os alunos “acham”; outro relacionado com a tomada de consciência da forma como construíram ou podem ainda reconstruir suas definições de tempo, auxiliando-os numa possível evolução conceitual.

Pedimos aos licenciandos que escrevessem ou desenhassem numa folha em branco, tudo o que eles relacionam com a palavra “tempo” e, posteriormente que respondessem o questionário a seguir:

- a. O tempo passa mais rápido ou mais devagar, às vezes?
- b. A passagem do tempo varia de pessoa para pessoa?
- c. Como você percebe que o tempo passa?
- d. Como podemos marcar / medir a passagem do tempo?
- e. Existe tempo sem os relógios? E sem o ser humano?
- f. Tendo um relógio de areia, um de corda e um digital: Qual é o melhor? Qual é o mais preciso? Como eles funcionam?

Posteriormente foram apresentadas as definições dos perfis epistemológicos identificados por Bachelard para o conceito de tempo, segundo Martins e Pacca (2005), tais como: realismo ingênuo, empirismo, racionalismo tradicional e surracionalismo, a fim de identificar a presença e a intensidade com a qual cada perfil ocorre nas respostas de cada um dos licenciandos.

A dinâmica desta aula não nos permitiu obter as respostas individuais dos licenciandos, mas as análises que cada grupo fez das respostas que recebeu, uma vez que foi combinado com eles que poderiam responder de forma anônima e sincera, sem temor a que suas respostas fossem expostas e provavelmente identificadas por seus colegas e professores. Assim, esta análise se embasa nas opiniões coletivas e não individuais.

Os resultados mostraram que 46% dos licenciandos apresentam maior intensidade no realismo ingênuo e 54% deles no surracionalismo, com presença simultânea de aspectos do realismo ingênuo, empirismo e racionalismo tradicional. Observa-se, a seguir, as conclusões de dois dos grupos, após responderem o roteiro oferecido para análise de dois conjuntos de questionários, ver roteiro no Apêndice I, item 4 (p.236):

“Em todos os dados analisados observamos aspectos do realismo ingênuo, pois todas as pessoas possuem suas próprias concepções independentes do que aprendem. O empirismo foi apresentado por uma pessoa, pois apresentou o tempo como uma quantidade mensurável. Já no racionalismo tradicional não houve alguém que apresentasse o conceito de tempo absoluto; uma única pessoa apresentou o surracionalismo, pois abordou conceitos de relatividade como por exemplo a dilatação do tempo.”

“Na análise dos perfis epistemológicos existe certa predominância do realismo ingênuo. Ficou evidente a ausência do racionalismo tradicional e surracionalismo, estes resultados são extremamente preocupantes, sendo que, a pesquisa foi realizada com alunos do último ano do curso de Física.”

A primeira reação dos licenciandos foi de surpresa ao perceberem que a maioria deles apresenta todos os perfis. Porém, uns com maior intensidade no realismo ingênuo, o que foi motivo de preocupação por parte de alguns licenciandos ao refletirem que estão próximos à formatura como professores e, portanto não deveria existir tanta intensidade neste perfil. Outros entenderam que é possível conviver, sem problemas de coerência, com diferentes perfis epistemológicos, sempre que se tiver consciência disso.

Organizamos na Tabela 1, casos representativos dos perfis epistemológicos numa amostra de licenciandos, nos quais encontram-se tipos de pensamento que, consideramos, se constituem em desafios para o ensino da Física, uma vez que demonstram a diversidade de pensamento em torno de um mesmo conceito. Por exemplo, encontramos que, no caso 1, o licenciando apresenta, segundo a análise feita por seus colegas, todas as definições de tempo dentro do *realismo ingênuo*, quer dizer, associados principalmente a sensações como o esforço físico ou a passagem desigual das horas e também requerendo a presença de um indivíduo para que haja a “contagem” do tempo. Entretanto, no caso 3, apresenta a maioria de suas definições no *surracionalismo*, quer dizer, que coloca aspectos da relatividade, negando o tempo absoluto newtoniano e/ou considerando o transcorrer do tempo em função do referencial adotado e/ou considerando o espaço-tempo quadri-dimensional e/ou explicando a irreversibilidade temporal e a natureza probabilística.

Tabela 1- Intensidade de aspectos apresentados por um grupo de seis licenciandos, em cada um dos perfis epistemológicos do conceito de tempo

Licenciandos ⇒	1	2	3	4	5	6
Perfis epistemológicos ↓						
Realismo Ingênuo						
Empirismo						
Racionalismo Tradicional						
Surracionalismo						
Sem aspectos						
Alguns aspectos						
Majoria dos Aspectos						
Todos os aspectos						

Fonte: os autores

Observa-se também que a metade dos licenciandos desta amostra, não apresentou aspectos do *empirismo* e a outra metade apresentou alguns aspectos, ao considerar o tempo único e comum a todos os objetos e movimentos, sendo o tempo uma quantidade mensurável

e determinada por aparelhos, quase reduzindo a definição do tempo aos procedimentos de sua medição, e portanto, expressando fenômenos cíclicos ou periódicos com diferentes formas de definir as unidades de medida. Entretanto, quatro dos licenciandos não apresentam aspectos do *racionalismo tradicional* e dois deles apresentam aspectos neste perfil, ou seja, definem o tempo sob a luz de uma teoria como a mecânica clássica, na qual o tempo independe do referencial e da matéria, sendo ele absoluto, e portanto, pode ser tomado com um parâmetro matemático abstrato. Desta forma, o relógio já não define o tempo; apenas o marca. A diversidade de pensamento aumenta se considerarmos todas as combinações dos quatro perfis epistemológicos.

Esses resultados permitiram orientar uma discussão em torno da escola filosófica bachelardiana para o conceito de tempo, que apresenta uma visão de progresso epistemológico com paralelos no desenvolvimento da História da Ciência e a possibilidade de contribuir para tal progresso, tanto no pensamento do licenciando, quanto nos seus futuros alunos do nível médio. O que implica pensar o ensino da Física em termos de compromissos epistemológicos com os alunos, identificando a presença de obstáculos de natureza epistemológica para explorar suas visões e auxiliá-los na construção de outras visões ou no aperfeiçoamento das mesmas.

Entretanto, destacamos ressalvas ao assumir este resultado em termos de “mudança conceitual”, no sentido de levar o aluno a substituir uma concepção por outras, mas, ao contrário, de contribuir na evolução do seu pensamento, começando pela evolução do pensamento do próprio professor. Como foi o caso deste exercício que lhes oportunizou discutir a natureza do tempo, entendendo-o não só como um conceito, mas como uma “categoria ontológica fundamental”, como o considera Bachelard.

- A “*observação*”, “*os observáveis*” e “*o observador*”

A primeira parte desse exercício foi elaborada a partir da adequação e complemento de uma proposta de “observação” em sala de aula, apresentada por Almeida, Nardi e Bozzeli (2009). Foi entregue para cada licenciando um ramo com várias folhas, retirados de uma árvore e pediu-se para eles observarem e descreverem o objeto, dando ênfase ao fato de que não se esperaria uma resposta certa, mas simplesmente respostas. Encontramos categorias de observação como; coloração, distribuição, tamanho, textura, forma, estado das folhas e agentes externos,

Coloração (tonalidades de verde, marrom, com suas respectivas explicações)
Distribuição (simetria do ramo todo ou simetria emparelhada das folhas, parâmetro de distribuição, quantidade de folhas)
Tamanho (medidas, relações de tamanho e quantidade)
Textura (liso, rugoso, grosso, fino)
Forma (curvas, elipsoide)
Estado das folhas (viva, morta, sobrevivendo, real, nutrientes)
Agentes externos à folha (insetos, pó, ambiente)

As três primeiras categorias foram notadas pela maioria do grupo e as quatro últimas apenas por alguns licenciandos. Mas, outros aspectos foram apontados apenas por um licenciando de cada vez, sendo onze aspectos em total, fator que enriqueceu a socialização das observações e que levou a uma efetiva elaboração coletiva da observação, induzindo-os na tomada de consciência de aspectos que nunca teriam observado individualmente, se não fosse porque outro colega lhe apresentou. Também perceberam que certos aspectos não foram citados porque foram considerados óbvios e, portanto, não os descreveram em sua observação, gerando uma discussão do que é observável ou não, porque o que foi observável para uns não o foi para outros, e dos aspectos nos quais os observadores vão além do observado no objeto a olho nu. Esses aspectos foram:

“...certos traços mais claros os quais são os vasos que transportam os nutrientes”
“Todas apresentam uma curva que os cortam de uma extremidade a outra, dividindo-as em duas partes. Em cada uma destas, existem ramificações que conectam a curva central à curva limitante da folha”
“Observando o verso da planta podemos ver uma espécie de pelugem, presente tanto nas folhas quanto no caule”
“A ponta é em V”
“...aparentemente é real”
“A média do número de rugosidades é 12 por folha”
“...As folhas apresentam coloração verde, característica dada talvez pela clorofila...”
“...As folhas apresentam um aroma característico de mato...”
“Desenho da folha”
“As folhas apresentam forma elipsoidal com um eixo atravessando-a de ponta a ponta; que dá a impressão que este eixo alimenta a folha”
“As folhas parecem ser bem resistentes”
“no centro destas (folhas) encontra-se varias nervuras umas mais grossas, outras mais finas
“...formato elíptico com seu diâmetro maior com um tamanho aproximado de 10 cm e seu diâmetro menor de aproximadamente 2,5 cm...”
“...Este tipo de folha é muito comum nas calçadas das casas dos médicos e pequenas cidades”
“...Em uma das folhas menores existem pequenos furos e entre eles um orifício maior, esses furos podem ter sido causados por insetos”

Nota-se que aparecem aspectos que denotam influência do contexto em que vivem (referência às calçadas das casas, ou aroma do mato), dos conhecimentos da Biologia (nutrientes, descrição da função das partes, clorofila), questões de tipo filosófico (condição

real da folha), habilidades artísticas (desenho da folha) e habilidades matemáticas (medições, comparações, identificação de formas geométricas).

Na segunda parte desse exercício, embasamo-nos em fundamentos teóricos da História e Filosofia da Mecânica quântica oferecido por Pessoa Júnior (1992), a fim de levar os licenciandos a um aprofundamento do significado dos “observáveis”, quando se trata de um sistema físico que não é observável a olho nu, a partir do problema: *Defina, em termos absolutos (não relativos), os limites do “grande” e do “pequeno” na Natureza.*

Grupo 1: “Quando não podemos observar com um microscópico de lentes com a melhor resolução, podemos considerar um limite entre o “grande” e o “pequeno”. Onde o não observável seria “pequeno” e o observável “grande”.

Grupo 2: “Na percepção humana pode-se dizer que o limite de pequeno e grande é definido a partir da escala de tamanho do ser humano. Sendo que, objetos menores que o ser humano (nossa percepção) são considerados menores e objetos maiores que tal percepção são considerados objetos maiores.”

Grupo 3: “Consideramos que na natureza os limites do grande e do pequeno estão no que conseguimos enxergar a olho nu, ou seja, o que conseguimos observar na natureza a olho nu consideramos grande e o que não conseguimos enxergar a olho nu, só com auxílio de instrumentos de medida consideramos pequeno.”

Grupo 4: “Dado X como espaço, a grandeza de X pode tender a 0 ou ao infinito. Se o X estiver relacionado a um objeto, podemos associá-lo à menor partícula subatômica que o homem pode medir; para o infinito, podemos usar o universo, o qual está em expansão continuamente, infinitamente.

A solução por grupos ofereceu os seguintes resultados: o grupo 1, relacionou o grande ao “observável” e o pequeno ao “não observável”; o grupo 2, relacionou grande e pequeno à “percepção humana” (escala macroscópica); o grupo 3 relacionou grande ao “observável a olho nu” e pequeno ao “observável, se auxiliando de instrumentos” e o grupo 4 relacionou o limite inferior do pequeno à “menor subpartícula mensurável” e o limite superior do grande ao infinito (incomensurável).

Em geral, todos definiram o grande e pequeno em relação ao sujeito que observa ou mede. Nenhum dos grupos descreveu um limite absoluto entre pequeno e grande, confundindo “observável” com “enxergável a olho nu” e/ou “mensurável”, como se percebe nas respostas acima apresentadas.

Esse exercício mostra que, com a orientação para reconhecer formas de explicar é possível contribuir na (re)construção dos conceitos físicos que já aprenderam nos cursos de Física, permitindo assim o enriquecimento e aprofundamento do conjunto de conhecimentos que os licenciandos terão de ensinar em seu futuro exercício profissional. Neste caso, a partir de uma perspectiva epistemológica, aprofundado na compreensão da relação entre observador, observado e observável.

Assim, com reflexões levadas do individual para o coletivo e depois do coletivo para a socialização e coavaliação entre pares, concluímos junto com os licenciandos que “observar” não é uma ação desenvolvida num momento só, mas um processo, no qual é preciso ter clareza da intenção de “observar algo”, que pode proporcionar conhecer as características do sistema a ser observado, os pressupostos teóricos de observação, os instrumentos de observação e a linguagem apropriada e suficiente para a descrição da observação. E, portanto, a “observação” é um processo que depende:

- Das propriedades e intenções do “observador”. Aqui é pertinente questionar-se sobre: Qual a intenção de observar? Que perguntas serão respondidas? Quais teorias ou problemas criam a necessidade de observar algo?

- Do “instrumento ou métodos de observação”. Ou seja; quais instrumentos permitem fazer descrições, comparações, deduções? Que linguagem descreve apropriadamente o que foi observado? Quais instrumentos permitem observar objetos de diversas naturezas?

- Do “observado”. Através de questionamentos como: Quais sistemas deixam-se observar sem modificar seu estado, pelo fato de serem observados? Quais são “mensuráveis” ou não? O sistema que contém o observável é aberto ou fechado?

7.2. Análise do desenvolvimento de atividades na Dimensão sociocultural

7.2.1. O ensino da Física em realidades diferenciadas

Para a elaboração do material de trabalho em sala de aula, tomamos partes da proposta de Camargo, Nardi e Correia (2010), com relação às principais dificuldades de comunicação com alunos deficientes visuais, também da proposta de Silva e Terrazzan (2011) com relação a formação de habilidades atitudinais, procedimentais e conceituais no ensino médio por meio do uso de analogias; de Fracalanza, Amaral e Gouveia (1987) na descrição de uma experiência de ensino de Astronomia para crianças e as características do pensamento infantil para o aprendizado do mundo físico e; Ferreira e Zimmermann (2009), relacionado com as perspectivas de aprendizagem de jovens e adultos re-inseridos no sistema escolar.

Depois de apresentar uma breve descrição das quatro realidades educacionais a serem trabalhadas e de explicar os critérios, com os quais foram realizados os recortes dos referenciais, foi solicitado aos licenciandos que lessem e interpretassem os materiais apresentados, de forma colaborativa, em grupos, descrevendo os problemas que apresentam para o ensino de Física nessas situações. No Quadro 7 apresenta-se a síntese dos problemas detectados pelos licenciandos para cada um dos contextos educacionais.

Quadro 7- Problemas detectados pelos licenciandos, em situações extraídas dos artigos, em quatro contextos educacionais diferentes

<p>Deficientes visuais</p> <p><i>“A comunicação oral. A dependência do uso de equações algébricas. Os exemplos “visuais” para exemplificar gráfico e representações. O despreparo do professor”</i></p> <p>EJA</p> <p><i>“O ensino de Ciências deve objetivar superar as pré-concepções, “aproximar” os alunos ao seu cotidiano e possibilitar sua compreensão. Deve-se ampliar o senso crítico para se posicionar frente a situações na sociedade”</i></p> <p>Séries iniciais</p> <p><i>“A desconsideração das concepções prévias das crianças e dos modos como constroem o conhecimento. Falta de um bom planejamento da aula. Apresentação de conteúdos simplificados. Intolerância do professor com as dúvidas e perguntas das crianças.”</i></p> <p>Ensino médio</p> <p><i>“A analogia pode causar distorção na construção do conhecimento. A pretensão de querer explicar completamente o tema com analogias. O domínio conceitual do professor para esclarecer as confusões. A relação complexa entre análogo e alvo”</i></p>
--

Fonte: os autores

Depois de socializar no interior dos grupos o resultado da consolidação dessas problemáticas, foi solicitado a eles que listassem os conjuntos de saberes que consideram necessários, a fim de resolver esses problemas em suas atuais ou futuras práticas profissionais. A síntese das respostas é apresentada no Quadro 8.

Quadro 8- Saberes que os licenciandos consideram que precisariam ter para resolver os problemas detectados no exercício anterior

<p>Deficientes visuais</p> <p><i>“Formação complementar à Licenciatura voltada para a educação de deficientes visuais. Desenvolver uma maneira de compreender a Física sem o sentido da visão. Planejar a aula de duas maneiras diferentes; uma tradicional para os alunos regulares e outra especial, empregando os outros sentidos do aluno com deficiência.”</i></p> <p>EJA</p> <p><i>“Conhecer as condições socioeconômicas dos alunos. Conhecer seu nível de conhecimento da Física. Contextualizar o conhecimento para o cotidiano do aluno. Relacionar a Física com outras disciplinas (CTSA), Atingir seus interesses. Considerar que provavelmente estão cansados e levar atividades que consigam incentivá-los.”</i></p> <p>Séries iniciais</p> <p><i>“Ter o domínio do conteúdo. Entender como cada faixa etária é capaz de lidar com o conteúdo. Considerar o dia a dia dos alunos. Saber se comunicar com os alunos. Conhecer as pré-concepções. Planejar aulas com mais participação dos alunos. Respeitar e analisar as perguntas dos estudantes.”</i></p>
--

Ensino médio

“Os conteúdos físicos e como adequá-los a certas analogias. Usar uma analogia melhor ou diminuir a quantidade das mesmas. Conhecer as diferenças entre um sistema e o outro para não causar confusão. Utilizar a analogia só como introdução ou como atividade complementar.”

Fonte: os autores

A partir dos dois quadros anteriores, podemos notar como os licenciandos têm consciência das diversas problemáticas presentes nos processos de ensino e de aprendizagem, nestas quatro realidades educacionais. Porém, chama a atenção algumas das considerações dos saberes que imaginam que devam ter para resolver tais problemáticas. Considerações como: devem saber “entretê-los” os alunos para que a aula seja descontraída, que precisam fazer um “bom planejamento da aula”, mas apresentando dificuldades para expressar exatamente o que seria um bom planejamento. A forma como propõem relacionar os conteúdos físicos com o cotidiano, apresentando limitações sobre se isso significa aplicações de conceitos físicos na explicação de aparelhos tecnológicos ou tratamento de problemas sociais ou, simplesmente, como motivação para estudar um tópico da Física. E por último, a ideia de utilizar as analogias só como ilustração, desconsiderando a formação em procedimentos, atitudes e habilidades.

Observa-se que, em geral, eles citam saberes que poderiam vir da prática docente ou da formação complementar, mas não de sua formação inicial. O que pode significar que até o momento, durante sua carreira, não têm associado de forma consciente, as disciplinas cursadas para se identificar como profissionais do ensino da Física para diversas situações e realidades educacionais. Eles acreditam que a formação que estão recebendo é exclusivamente para atender alunos regulares em escolas regulares e sob condições padrão, eles não se sentem preparados para atender nenhuma variação nessa condição. Quando pensam no que eles precisariam saber para conseguir ensinar Física em diversos contextos, eles têm a sensação de que aprenderão o necessário quando estiverem enfrentados aos problemas, provavelmente por ensaio e erro.

Esta falta de consciência do seu saber profissional é observada também quando eles não citam outros saberes disciplinares específicos que poderiam lhes auxiliar nestes processos, como: Psicologia, Sociologia, Linguagem, Pedagogia ou resultados de pesquisa em ensino. Embora, nos depoimentos possa-se inferir que de forma indireta, fazem alusão a conhecimentos que podem vir de tais disciplinas, como por exemplo: da Pedagogia, ao pensar o planejamento das aulas, a ligação com o cotidiano ou o uso de uma perspectiva CTS; da Psicologia, ao pensar em entender como cada faixa etária é capaz de lidar com o conteúdo,

respeitar as opiniões dos alunos e considerar suas perguntas e pre-concepções; da Epistemologia, ao pensar em desenvolver uma maneira de compreender a Física sem o sentido da visão; da Sociologia, ao querer conhecer as condições socioeconômicas dos alunos e querer considerar seus interesses e; da Física, ao sentir que precisam de maior domínio do conteúdo, de adequação das analogias ou melhor conhecimento dos sistemas físicos.

A fim de aprofundar na interpretação desses resultados, listamos os problemas detectados, sem relação à realidade educacional específica e desconsiderando as repetições de problemáticas que foram identificadas como comuns. Resultando um consolidado de aspectos como:

- A comunicação oral,
- A dependência do uso de equações algébricas,
- Os exemplos “visuais” para exemplificar, gráficos, representações,
- O despreparo do professor,
- Falta de um bom planejamento da aula,
- Consideração das concepções prévias e os modos de aprender,
- “Aproximar” os alunos ao seu cotidiano e possibilitar sua compreensão,
- Aumentar o senso crítico para se posicionarem frente a situações na sociedade,
- Apresentação de conteúdos simplificados,
- Intolerância do professor com as dúvidas e perguntas dos alunos,
- As confusões causadas com as analogias,
- O domínio conceitual do professor para resolver dúvidas.

Evidencia-se que existe uma gama de problemas de ensino e aprendizagem da Física que são generalizados para todos os contextos educacionais, uma vez que o problema da predominância da comunicação oral não é um problema só no ensino para deficientes, mas para todo tipo de aluno, só que neste caso precisa de alguns ajustes particulares, ou, a intolerância do professor com as dúvidas dos alunos não é um problema só do ensino para crianças, mas para todo tipo de aluno. Isto significa, que o Ensino de Física para diferentes situações e realidades pode ser trabalhado, a partir de problemáticas gerais, como as relacionadas anteriormente, analisando as necessidades específicas de adequação da solução de cada uma das problemáticas para os diversos contextos. Especificidades como, por exemplo, a adequação da linguagem, a adequação do nível de complexidade e dos objetivos de ensino da Física.

Esse resultado permite deduzir que uma maneira de formar o licenciando para encarar essas problemáticas, é precisamente pensando no ensino de conceitos de Física para diversas realidades, simultaneamente, e em torno de problemáticas gerais que se relacionem com todas as situações consideradas.

7.2.2. Refletindo a respeito da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade

Com base nas discussões colocadas por Acevedo, Vazquez e Manassero (2003), refletimos junto aos licenciandos sobre os significados das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. Relações que podem ser entendidas com foco na relação entre Ciência e Tecnologia (CT) ou entre Ciência e Sociedade (CS) ou com variações como a ligação com o meio ambiente (CA) ou combinações delas (CTSA, CSA, CTA). Mas, supondo uma perspectiva generalizada CTS, ela pode ter diversos fins: educação para a cidadania, aplicações tecnológicas, aculturação científica, etc.

Buscamos levar os licenciandos à projeção de problemas para serem resolvidos pelos seus futuros alunos, considerando as formas de introdução de conceitos, resolução de problemas em situações reais, atividades práticas e processos de avaliação, nos quais não seja necessário renunciar à construção de corpos coerentes de conhecimento científico em sala de aula, uma vez que muitas das tendências de ensino, neste sentido, acabam ficando no nível de discussão ou reflexão crítica, mas sem atingir a construção do conhecimento científico.

Para desenvolver esse exercício de reflexão com os licenciandos, organizamos um material contendo recortes do livro de Hamburger (2005) com uma descrição científica do “consumo de energia” e “aquecimento global” no ensino da Física, recortes de algumas notícias recentes no momento, sobre lâmpadas ecológicas e uma reportagem de notícias recentes de projeto de lei no senado Brasileiro, relacionada com política ambiental. De posse deste material, os licenciandos foram solicitados a decidir quais os conteúdos da Física possíveis de ser ensinados com base nesse material e, posteriormente, propor um plano de aula para ser socializado na hora, com itens como: problema a resolver com os estudantes, introdução de conceitos, resolução de problemas, atividades práticas e avaliação.

Com relação aos conteúdos da Física a serem ensinados a partir destas problemáticas, houve consenso entre os licenciandos de que o mais apropriado é o conceito de “Energia”, abordando aspectos como: fontes (elétrica, mecânica, térmica, química), características das fontes, transformações (potencial a cinética), relação com trabalho e potência, consumo e produção. O segundo tema escolhido foi o conceito de “Calor” em aspectos como: propagação do calor, estados físicos da matéria, radiação, irradiação, calor e eletricidade, calorimetria, formas de transmissão de calor (convecção, condução, radiação). Alguns consideraram o tema “Óptica” em conceitos como: índice de refração, absorção, reflexão, cor da luz emitida, radiação da luz; radiação e a sua influência com a temperatura, radiação eletromagnética, transmissão da energia do Sol à Terra. Observamos que pensaram em

diversos conceitos da Física e a necessidade de interligar uns com outros para estudar melhor o problema, o que pode levar a um ensino da Física de forma menos desarticulada.

Para interpretar as percepções dos licenciandos em relação às vantagens que têm o ensino a partir da perspectiva CTS, levantamos os verbos utilizados por eles para explicar as razões das escolhas dos conceitos de Física e as ações que gostariam de desenvolver em sala de aula. Encontramos verbos como: aprofundar, analisar, apresentar, criticar, formar, associar, dialogar, compreender, discutir, abordar, trabalhar, entender, explicar, incentivar, mostrar, relacionar, se posicionar, evidenciar. Verbos que evidenciam um ganho no sentido de se afastar do tradicional objetivo de “passar conteúdos” e cujo sentido expressa propósitos de formação, tais como;

- Aprofundar nos conhecimentos sobre os conceitos da Física,
- Analisar as causas e consequências dos fenômenos da natureza,
- Associar o conhecimento da Física com problemas sociais e tecnológicos,
- Compreender a realidade em que vivemos, nas suas dimensões políticas, culturais, sociais, ambientais e tecnológicas.
- Integrar diversos conteúdos para compreender melhor uma problemática.
- Incentivar a curiosidade e o posicionamento crítico,
- Analisar as possibilidades que oferece a Física na solução das problemáticas.

Esses resultados nos permitem inferir que a formação do licenciando para o ensino, pensado a partir do estudo das relações CTS, entre o desenvolvimento científico, o desenvolvimento tecnológico e o impacto deles na sociedade, com todas as reflexões que isso implica, permite pensar em possíveis (re)organizações dos conteúdos e as formas como eles são trabalhados em sala de aula, de forma tradicional. O que, por sua vez, lhes oferece uma visão mais ampla do seu papel como orientadores de processos de formação de sujeitos críticos e reflexivos, ao mesmo tempo em que os forma para uma atitude propositiva e ativa face aos problemas da sociedade e a função da escola.

Nas *propostas metodológicas* dos planos de aula que foram elaboradas pelos licenciandos, notou-se uma tendência diversa e diferenciada da tradicional, que começaria tratando diretamente dos conceitos físicos. Foram propostas metodologias como: começar propondo pequenas pesquisas para os alunos; começar relatando um problema como a questão da usina de Belo Monte; começar aplicando um questionário para gerar um debate, a partir das respostas; levantar as concepções alternativas, a partir do debate com os alunos em torno de um problema ou começar apresentando textos que trabalhem uma relação entre a produção de alimentos, a energia envolvida nesse processo e o quanto é aproveitado pelo consumidor.

Com relação aos *problemas a resolver* por seus alunos (hipotéticos), observamos um distanciamento da resolução de problemas de lápis e papel, ao considerar principalmente

problemas, nos quais os alunos deverão tirar conclusões ou fazer análises. Eles propõem problemas como: constituir uma opinião crítica a respeito das melhores alternativas de produção de energia renovável; constituir uma argumentação e explicação para as usinas, com base em conceitos físicos; estudar um avanço tecnológico, determinando as transformações de energia que acontecem com suas implicações sociais no geral; calcular a energia elétrica necessária para o funcionamento de um grupo de eletrodomésticos em um único mês e comparar o resultado com a conta de energia dos respectivos casos ou calcular o trabalho mecânico realizado em processos como o transporte dos alimentos, colheita, armazenamento, limpeza etc.

Nas propostas de *atividades práticas*, os licenciandos consideraram uma ampla participação do aluno no processo, distanciando-se da participação somente como escuta do discurso do professor. Eles propõem atividades como apresentação oral dos trabalhos com análise conjunta das concepções dos alunos; debate em pequenos grupos e também coletivo, da melhor solução para o problema, com registro escrito; apresentação da pesquisa para a sala de aula; montagem de um circuito elétrico simples e explicação do funcionamento do mesmo com base no conceito de transformação de energia; pesquisas em grupo, sobre dados que possam ser utilizados para desenvolver “cálculos médios”.

E por fim, nos *processos de avaliação* propostos, observamos que a principal opção é pela avaliação do tipo qualitativa, com indicadores de “comprometimento”, “grau de envolvimento” e “registro da discussão”. Foram propostos aspectos a serem avaliados: compromisso do aluno na realização do trabalho prático; registro escrito da discussão em grupos; grau de envolvimento do aluno com a pesquisa, analisando se este entendeu o funcionamento do avanço tecnológico e como se dá a transformação da energia, além das questões levantadas sobre suas implicações; avaliação individual em forma de questionário; avaliação discutida de maneira conjunta com os alunos; compromisso do grupo durante a pesquisa através de apresentações, em momentos em que os alunos apresentaram suas ideias para os demais colegas e para o professor.

Além disso, detectamos nessas propostas todas, uma influência das metodologias, tipo de atividades e tipo de avaliação utilizados até o momento nesta disciplina de Didática da Física, o que pode ser interpretado como se eles estivessem aprendendo como ensinar, a partir da forma como estão aprendendo. Também pode ser interpretado como uma tentativa de dar a resposta “certa” para os professores que até agora têm discutido todos estes aspectos, tanto nesta disciplina, quanto nas outras disciplinas que já cursaram até então. Em todos os casos,

consideramos este resultado como positivo, no sentido de que, de uma ou outra forma, eles têm inserido, em suas expressões, visões mais amplas do que significa ensinar e aprender Física.

7.2.3. O professor reflexivo e autônomo

Focamos esta parte em um exercício que visa formar os licenciandos para a *prática reflexiva*, com base em concepções como as de: Alarcão (2003), Copello; Sanmartí (2001), Nóvoa (1992) e Zeichner (2003), conforme o apresentado no capítulo introdutório desta pesquisa. Os autores chamam a atenção para considerar a reflexão como um meio para inovar na prática docente. Embasamo-nos também no trabalho de Longhini e Nardi (2007) que se fundamentou na perspectiva de Schön para descrever o processo de reflexão na ação, para a ação e sobre a ação.

Considerando que os licenciandos não estão atuando como docentes em exercício e, portanto não têm “problemas reais” a partir dos quais refletir, optamos por elaborar um material que permitisse a simulação de problemas, colocando o licenciando em situações específicas, que precisem da tomada de decisões, para levá-los a tomar decisões “hipoteticamente”. Para tanto, foram elaborados seis relatos (dos quais, somente quatro foram trabalhados) a partir de lembranças da experiência própria da autora desta pesquisa, com o critério de serem momentos cruciais, que ficaram marcados em sua memória, por terem sido aqueles nos quais a tomada de decisão foi difícil e, além disso, levou a questionamentos que produziram mudanças na forma de agir em sala de aula.

A escolha por compartilhar esses momentos, que de certo modo são “íntimos”, também tem a ver com uma intenção de gerar confiança nos licenciandos ao conhecer situações inesperadas que podem acontecer, relatadas de primeira fonte e com possibilidade de serem discutidas ou aprofundadas, na medida em que os licenciandos tivessem interesse em aprofundar as condições que levaram a tal situação e a forma como foi enfrentada. Dada a natureza do material e a fim de evitar que o exercício acabasse numa leitura simples, ou que desse lugar a críticas superficiais, foi desenvolvida uma dinâmica de grupo que obrigou os licenciandos a fazer leitura individual e mental de todo o material. Mas, simultaneamente, trocando o material com os colegas, foi desenvolvida a dinâmica do “relógio” em dois momentos; um, que chamamos de *reflexão na ação*, e outro que chamamos de *reflexão sobre a ação*.

Para a *reflexão na ação*, partimos da premissa de que a tomada de decisões “na ação” é parte rotineira da vida do professor e lhe permite avançar em momentos difíceis e

inesperados, nos quais tem que se por em evidência as mais aprofundadas convicções do professor respeito do que ensina, o porquê e para que ensina. Foram apresentados no primeiro momento do exercício, quatro relatos, cada um deles é contado até o momento em que a professora teve que tomar certas decisões de última hora, mas as decisões não são relatadas. Assim, o exercício consiste em que o licenciando deverá se colocar naquela situação, assumindo-a como própria e complementar o relato com as decisões que tomaria.

RELATO 1

Disciplina: Física (Eletricidade)

Faixa etária: 14 a 16 anos (Ensino médio)

Colégio público

A aula de laboratório de Física já havia sido planejada. Eu já tinha explicado como se constrói um circuito simples e tinha ensinado a Lei de Ohm, na qual se relaciona intensidade de corrente elétrica, voltagem e resistência de um circuito. O objetivo do experimento era permitir que os estudantes construíssem um circuito simples e tomassem dados para constatação da Lei de Ohm. O deslocamento dos estudantes da sala de aula para o laboratório levava cerca de 10 minutos; era preciso ir primeiro à sala do funcionário encarregado das chaves do laboratório, mas, infelizmente, a pessoa não se encontrava lá. Demorei, então, cerca de mais 10 minutos até conseguir as chaves, abrir o laboratório e distribuir os materiais para cada grupo. Só que, quando fomos conectar as fontes, percebemos que não tinha eletricidade e constatamos que a última turma que usou o laboratório no dia anterior, causou um dano na rede elétrica do laboratório, e portanto, iria demorar uns dias para o conserto. Nesta altura já havia se passado quase 40 minutos de uma aula de 60 minutos. Até voltar para a sala de aula esgotaríamos 10 minutos restantes de aula. Então, o que eu fiz com os estudantes foi...

As respostas foram;

“Explicar teoricamente o circuito ou propor uma discussão sobre os circuitos”,

“Dar trabalho complementar como tarefa”,

“Trabalhar em grupo sobre o diagrama do circuito”,

“Liberar os estudantes”.

Interpretamos as primeiras três opções como ações que demonstram um certo nível de compromisso com a aprendizagem dos alunos, não sendo o caso da quarta opção que libera os alunos, já que embora faltasse pouco tempo para acabar a aula é importante considerar que cada aula é uma oportunidade única de interação com os alunos e, portanto, não há razão para não aproveitar todos os minutos disponíveis.

RELATO 2

Disciplina: Física (Fluidos)

Faixa etária: 10 a 12 anos (6ª.)

Colégio Particular

Eu fiquei encarregada de organizar a “Feira de Ciências” da escola. O objetivo desta atividade, segundo orientações da Direção e da Coordenação Pedagógica da Escola, era conseguir que participassem todos os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental (6ª, 7ª, 8ª e 9ª séries) e do Ensino Médio. Eu solicitei então a colaboração dos

professores de Biologia, Química e Matemática para que participassem com trabalhos dos seus estudantes, o que foi relativamente fácil. Um professor de Ciências (Biologia) pediu para eu auxiliar um grupo de seus estudantes de 6ª série, tendo em vista que ele havia solicitado a seus alunos que apresentassem trabalhos relacionados à Física. Marquei reunião com os alunos do referido professor e discuti os possíveis experimentos que eles gostariam de apresentar. Um dos trabalhos tratava-se de retirar ar de dentro de uma garrafa plástica (pet) de refrigerante e observar como ela se amassa por conta da diferença de pressão do ar.

Só que os estudantes não tinham noção do conceito de “pressão atmosférica”, nem de como retirar ar da garrafa plástica. Eu dei explicações sobre a parte teórica e os ensinei como construir uma “bomba de vácuo caseira”, utilizando uma seringa grande com duas válvulas acopladas; a ideia era que a seringa sugasse o ar e não o deixasse entrar de novo, até chegar num ponto que a pressão interior do ar ficasse menor que a pressão exterior e, então, a garrafa ficaria amassada. Os estudantes fizeram tudo certo e relataram-me o experimento, de forma que fiquei muito satisfeita. Um dia depois da feira, esses estudantes procuraram-me para dizer que o professor tinha dado nota “zero” para a atividade deles porque, segundo ele, os estudantes amassaram a garrafa pet e simularam um efeito que não tinha graça nenhuma. O que eu fiz foi...

Em geral, foi considerada a ação de conversar com o professor de Biologia, a fim de esclarecer a situação, no sentido de explicar o funcionamento do experimento. Uma das respostas não falou da ação, mas de uma possível reflexão sobre a ação, dizendo que *“proporia um experimento melhor para o próximo ano...”*

Interpretamos estas respostas como decisões tomadas a partir de uma visão ingênua da interação com os colegas docentes na vida real, uma vez que eles consideram relativamente fácil falar para outro colega que estava “errado”, situação que depende de quem seja esse professor. Mas, ao mesmo tempo, apresentam uma visão ingênua da interação com os alunos, já que não se propõem, por exemplo, a dialogar mais um pouco com os alunos para orientá-los em como se relacionar com o mencionado professor, a fim de ganhar uma nova oportunidade de explicação por sua própria conta e sem a intervenção da professora que orientou o experimento. De outro lado, a opção na qual um licenciando pensaria num experimento “melhor”, mostra que, talvez esse licenciando não entendeu em que consiste o experimento, ficando na mesma posição daquele professor que rejeitou a explicação dos alunos por falta de compreensão do fenômeno em si.

RELATO 3

Disciplina: Física (Termodinâmica)

Faixa etária: 20 a 25 anos (Engenharia)

Universidade Particular

No começo do semestre nós, os professores de Física da instituição, recebíamos a programação das aulas de laboratório que deveríamos desenvolver nas disciplinas, uma vez que os laboratórios tinham fixas as montagens de alguns experimentos, bem como auxiliares de laboratório disponíveis para atender aos professores em determinados horários previamente agendados. Eu tinha previsto para a semana seguinte uma aula de

hidrostática, na qual iria utilizar uma máquina para determinar o número de Reynolds na fase turbulenta e na fase laminar de fluidos e demonstrar o Teorema de Bernoulli. Eu já havia estudado a parte teórica do tema (fluidos) e tinha lido o “Guia de Laboratório”; entretanto, eu nunca tinha utilizado aqueles equipamentos, embora meus colegas dissessem que o técnico me auxiliaria no manuseio daquelas máquinas. Aconteceu que, na hora da realização dos experimentos, o auxiliar conseguia explicar como acionar os aparatos e quais cuidados tomar, mas não sabia muito bem como desenvolver a prática em si, nem explicar o funcionamento, nem os princípios físicos envolvidos. Por outro lado, o “Guia de Laboratório” que eu havia lido não deixava totalmente claro o procedimento a seguir. O que eu fiz foi...

Foram consideradas ações como:

“Dar uma aula teórica sobre o experimento e agendar uma próxima aula de laboratório”

“Auxiliar a sala com ajuda do técnico para desenvolver a prática, sem deixar transparecer que não sabia”

“Refletir sobre os princípios físicos envolvidos e pedir para eles montar o procedimento passo a passo”

“Ligar as informações e desenvolver o experimento e, caso não dar certo, dar uma aula tradicional”

O fato de mencionar “a aula teórica” ou “aula tradicional” como o primeiro recurso para resolver o problema, pode ser interpretado como uma fórmula que não falha em momentos, em que se precisa controlar a sala de aula, já que nessa posição sentem-se seguros de que poderão falar dos conhecimentos que têm do fenômeno e os alunos deverão escutar, sendo uma forma de interagir que não exige maiores complicações com a linguagem ou com formas de ganhar autoridade intelectual perante os alunos.

O fato de optar por “não deixar transparecer que não sabia”, pode ser interpretado como uma ação que demonstra o medo do professor perder o controle da sala e que tem por trás a imagem do professor como dono do conhecimento, ao qual não é permitido cometer erros, nem desconhecer informações. Esta atitude é certamente um freio na hora de tomar decisões, que envolvam os alunos em soluções de diferentes problemas apresentados no desenvolvimento das aulas.

A decisão de agendar uma próxima aula de laboratório, desconhece o contexto institucional, o que possivelmente não oferece a opção de ter outro tempo para a mesma prática, uma vez que no começo do semestre são agendadas todas as práticas que devem ser trabalhadas no período. E portanto, esta atitude mostra que o professor espera que o contexto se acomode a suas necessidades e não que ele deva se acomodar às necessidades do contexto.

RELATO 4

Disciplina: Física (Mecânica)

Faixa etária: 14 a 16 anos (Ensino médio)

Colégio público

Estava dando uma aula de Mecânica, especificamente sobre o tópico “força de gravidade e sua dependência com a massa”. Falei que a força de atração da gravidade na Lua era seis vezes menor que a força de atração na Terra. Um estudante perguntou se isso era uma relação direta com o tamanho dos planetas; quer dizer, se a Lua era seis vezes menor que a Terra. No começo eu fiquei em dúvida, mas logo me lembrei de que a Lua é bem pequena em relação à Terra e, num processo de dedução, expliquei que teríamos que considerar primeiro se a comparação seria sobre os diâmetros, os volumes ou a densidade das duas esferas (planetas Terra e Lua). Então, eu tive a ideia de deixar como tarefa para eles averiguarem os tamanhos da Lua, da Terra e do Sol, as distâncias, em quilômetros, entre Terra-Lua e Terra-Sol. Pensei também que poderíamos colocar em um gráfico o tamanho da Lua, da Terra e do Sol, a distância entre eles e elaborar uma escala numa linha horizontal, com o zero no centro de massa da Terra, colocando a Lua para um lado e o Sol para o outro. Então, eu fiz mentalmente umas contas rápidas e pedi para eles trazerem os dados das distâncias e também trazer 10 folhas de papel milimetrado.

Na aula seguinte deparei-me primeiro com a necessidade de ensinar “conversões de unidades” e como selecionar uma escala de medida apropriada a fim de que coubessem os dados nas folhas que tinham trazido. Só que, quando eles escolhiam uma escala com unidades muito grandes, o tamanho da Lua era impossível de se representar, porque dava menor do que um ponto. E, quando eles escolhiam unidades menores, o tamanho do Sol não podia ser representado, porque o diâmetro dava maior do que o alto da lousa. Alguns estudantes incomodaram-se e me perguntaram por que eu lhes pedia para resolver exercícios que eu mesma, não tinha certeza dos resultados que poderiam dar. Eu disse aos estudantes...

Em geral procurou-se orientar os alunos a utilizarem duas escalas, uma para o sistema Sol-Terra, e outra para o sistema Terra-Lua. Uma das respostas propõe relacionar a questão com a História da Ciência, argumentando que “*esse problema de representação já aparecia na Antiguidade*”.

Note que nenhuma das respostas visa esclarecer a dúvida pontual dos alunos do relato, sobre o porquê de ter de se colocar este exercício. Isto pode ser interpretado como se eles não considerassem as colocações dos alunos como material de trabalho em sala de aula, no sentido de que toda participação, em qualquer sentido, é motivo de ampliação das reflexões em relação ao que está sendo tratado em sala de aula e que é exatamente considerando as opiniões deles que se garante a comunicação e a interação entre alunos e professor.

A opção por separar os sistemas demonstra que não se compreendeu a finalidade do exercício, que busca comparar os tamanhos em um só sistema. O que pode ser interpretado como se fosse desconsiderada a complexidade, que tem utilizar diferentes escalas numa só representação.

Durante a *reflexão na ação* o professor tem que tomar decisões na hora, para resolver situações que nunca teria imaginado que iam se apresentar ou que, mesmo as imaginando precisariam de considerações adicionais no momento. Entretanto, na *reflexão sobre a ação* o professor tem a oportunidade de revisar o que foi feito em sala de aula com suas causas e

consequências, a fim de entender melhor suas próprias formas de atuar ou as dos alunos e, dessa forma planejar futuras intervenções. É por isso que na segunda parte do exercício foram colocadas quatro questões relacionadas às problemáticas anteriormente apresentadas, mas saindo da conjuntura do problema, para gerar reflexões mais abrangentes que têm a ver com a atuação profissional.

A primeira questão foi: *Além da consulta a livros de Física, de que outras formas você poderia aumentar seu domínio sobre o tema a ser ensinado, de forma a permitir que, a qualquer momento, a ordem, a linguagem e os exercícios preparados pudessem ser alterados?* Obtivemos respostas como:

“Outras leituras, formação complementar voltada para o ensino”
“Aprimoramento de recursos didáticos (vídeos, software, internet etc.)”
“Troca de experiências com outros professores da área”
“Busca de relações interdisciplinares e com o cotidiano”

Em geral, nota-se uma consciência de que o domínio do Ensino da Física aumentaria com o conhecimento de outros saberes alheios à Física, especialmente saberes relacionados com metodologias de intervenção, recursos de apoio ou intercâmbio de ideias entre profissionais da mesma área. O que evidencia uma posição que reconhece a importância de diferenciar entre o que é ter conhecimentos de Física e o que é Ensinar Física. Além disso, observamos que os licenciandos não consideram a “reflexão” como fonte de auto-conhecimento, evidenciando uma necessidade de formação neste sentido.

A segunda questão foi: *Como você poderia planejar um relacionamento com os outros professores, seus colegas da área de Ciências (Física, Química, Biologia e Matemática), a fim de oferecer aos alunos uma visão integrada (ou integradora) das ciências?* Neste item, em geral, consideraram dois planos:

“Trabalho no HTPC⁴ para discutir projetos comuns (interdisciplinaridade, feira de ciências etc.)”
“Além do HTPC, trabalho em horários alternativos ou extracurricular (churrasco, happy hour etc.)”

Observamos que se trata de planos que seriam desenvolvidos em horário extracurricular e que não dependem somente deles, uma vez que organizar trabalhos cooperativos ou encontros extras, depende da afinidade entre colegas, das condições institucionais e da necessidade de desenvolver tal trabalho interdisciplinar. Fator que é determinante nas realidades escolares e que, evidentemente, os licenciandos desconhecem, sendo um aspecto que, provavelmente, vai-lhes gerar frustrações em sua vida profissional, ao

⁴Horário de trabalho coletivo pedagógico (HTPC)

querer chegar numa escola e propor inovações ou projetos e não encontrar acolhida ou resposta positiva.

Embora haja um reconhecimento da importância do trabalho interdisciplinar, ninguém considera tal trabalho a partir do desenvolvimento interno de suas próprias aulas, por exemplo, perguntando para os colegas o que estão ensinando, a fim de adequar os seus tópicos de ensino ou discutir os objetivos de ensinar a ciência que se está ensinando, ou adequar atitudes e procedimentos com os objetivos educacionais da escola ou ir nos resultados de pesquisa para enriquecer o tratamento dos conteúdos da Física, a partir de outros conhecimentos. Possivelmente porque se dá por entendido que todos os professores que atuam numa escola compartilham os mesmos princípios.

A questão três foi: *Em que momentos você considera que é possível reconhecer perante os alunos que você desconhece algum assunto? Como superar isso?* Para esta questão obtivemos respostas como:

“Quando a situação pede conhecimentos mais específicos”

“Quando o erro não é essencial para o decorrer da aula”

“Quando o conhecimento do professor não é suficiente”

Outras respostas mostraram que superariam o reconhecimento do erro:

“Explicando claramente aos estudantes a situação ou o desconhecimento”

“Procurando se informar sobre o assunto em questão”

Em primeiro lugar, notamos que há um reconhecimento de que o professor pode ter falhas e se propor a superá-las, sem afetar o aprendizado do aluno. Porém, a posição, em que somente se admitiria o erro, quando “não for essencial para o decorrer da aula”, quer dizer, que se o professor estiver encarando um erro de “fundo” no conteúdo, deixaria passar o assunto, para que os alunos não detectassem uma possível ignorância. Esta atitude expressa uma intenção de sobrepor aos interesses do professor acima dos interesses dos alunos, ao tentar se manter como dono do conhecimento de forma independente à qualidade da aprendizagem dos alunos, e também demonstra a existência de uma limitação nas formas de interagir com os alunos.

Finalmente, a questão quatro foi: *Partindo do fato de que você sempre vai se deparar com situações que exigem improvisação de última hora, e que isso acarreta riscos como falta de coerência do que se faz, como você poderia se preparar para minimizar os riscos da improvisação?*

“Preparação melhor da aula e previsão de possíveis questões que os alunos possam vir a fazer”

“Levar material de consulta”

“Ler bastante”

“Utilizar diferentes tipos de atividades verificadas anteriormente”

Esta questão procurou levá-los a se conscientizar de que dentro da profissão docente há uma necessidade de preparação para minimizar os riscos de não dominar o desenvolvimento da aula. Neste sentido, apontam que uma opção é preparar as aulas pensando nas possíveis questões que os alunos possam vir a fazer ou verificar previamente as atividades a desenvolver ou propiciar material de consulta, que obviamente deve ser organizado antes de ir para sala de aula, o que implicaria em um verdadeiro compromisso com o ensino, indo além de ter o mero “domínio” do conteúdo da Física. A outra opção é “ler bastante” mas não somente para a preparação de uma aula em particular, mas como formação continuada e permanente, buscando se especializar cada vez mais nos assuntos relacionados com o ensino da Física e de cultura geral.

Nestas colocações todas, observa-se um reconhecimento por parte dos licenciandos de que é possível aprimorar a intervenção do professor em sala de aula, além de estudar a Física. E também há um reconhecimento da complexidade da função docente, no que diz respeito às formas de melhorar ou potencializar a intervenção em sala de aula. Observa-se, porém, que em várias oportunidades, falta reconhecimento da reflexão e da possibilidade da crítica sobre a ação. Isto pode indicar que os futuros professores ainda não se deram conta da possibilidade de serem professores pesquisadores do seu próprio exercício profissional. Em geral, consideramos que este exercício oportunizou evidenciar modos de pensar; tanto dos licenciandos, quanto dos professores e refletir os mesmos, contribuindo na construção do conhecimento próprio de cada um dos licenciandos em relação às especificidades do Ensino de Física.

7.3. Análise do desenvolvimento de atividades na Dimensão técnica

7.3.1. Usos da experimentação

Elaboramos um material que visa apresentar aos licenciandos pelo menos cinco formas diferenciadas de usar a experimentação, inspirados no trabalho de Sanmartí, Marquez e García (2002). Esses autores ressaltam que, embora ninguém duvide da função da prática de laboratório para “motivar” ou da prática como meio para reforçar a teoria, tais funções, não são a principal riqueza das práticas, nem acontecem exclusivamente a partir delas.

A sua riqueza depende da finalidade com que é usada, como por exemplo: orientar o aluno na compreensão de seus modelos explicativos, na evolução de suas formas de raciocinar, falar ou se empolgar com os fenômenos científicos. Também nos inspiramos no

trabalho de Seré, Coelho e Nunes (2003), que apresentam uma concepção de experimentação como um método, que permite ao aluno estabelecer ligações entre conceitos, objetos e linguagens simbólicas.

Alguns dos exercícios foram criados com base em resultados da literatura e outros com base em nossa própria produção e experiência no ensino da Física. Foram organizados quatro “tipos de experimento” ou abordagens, em função das diversas funcionalidades que apresentam para o trabalho em sala de aula: o experimento de pensamento; o experimento demonstrativo; o experimento de comprovação e o experimento caseiro. A tipologia foi nomeada em função do tipo de exercício proposto. Isso não significa que cada um contribua para uma função específica, já que com todos os tipos de abordagens é possível atingir os mesmos objetivos, mas significa que os “caminhos”, quer dizer, a linguagem, os problemas a resolver, as formas de representá-los, os tempos de dedicação e a logística, são diferenciados e, portanto, precisam de análises diferenciadas. Também não significa que não existam outros tipos de abordagens, como por exemplo, o experimento virtual ou o experimento lúdico.

Para cada uma destas abordagens selecionamos um tópico da Física, em função do material disponível na literatura. Os “tipos de experimentos” foram:

1. O experimento de pensamento sobre o elevador de Einstein

A fim de possibilitar deduções lógicas com base na compreensão da teoria, tomamos um trecho do livro de Einstein *et al.* (1943)⁵

Figura 2- O elevador de Einstein



Fonte: Einstein *et al.* (1943)

⁵ ver Apêndice I (item 11, p.249)

2. *O experimento demonstrativo do disco de Newton*

Proposto com o fim de possibilitar a introdução de uma discussão dirigida, para o qual foram elaborados discos de Newton.

Figura 3- Discos de Newton elaborados manualmente



Fonte: os autores

3. *O experimento para comprovar a teoria*

Por meio da tomada e análise de dados do pêndulo simples, para o qual foi organizado um arranjo experimental possível de ser manuseado em sala de aula, quer dizer, sem se deslocar para o laboratório.

Figura 4- Montagem experimental do Pêndulo Simples



Fonte: Os autores

4. O experimento caseiro do “trato mecânico”

Objetivando envolver os licenciandos na solução de problemas para melhorar o funcionamento do arranjo experimental, foi organizado um conjunto de materiais e instruções, a partir do trabalho de Avendaño *et al* (2012).

Figura 5- Trator Mecânico



Fonte: Os autores

Na Figura 6, observa-se o conjunto de materiais que foram organizados para as atividades em sala de aula, a fim de realizar os arranjos anteriormente descritos.

Figura 6- Materiais para montagem das práticas experimentais sobre: Disco de Newton, Pêndulo Simples e Trator Mecânico



Fonte: os autores

A dinâmica de aula consistiu em dividir a turma em cinco grupos e entregar o material necessário para que cada grupo desenvolvesse uma das práticas, com roteiros especialmente planejados para cada caso, a fim de que resolvessem um problema, que deveriam socializar com seus colegas na segunda parte da aula⁶. No momento da apresentação por parte dos licenciandos, desenvolveu-se simultaneamente a dinâmica de coavaliação, sendo entregue uma ficha, contendo indicadores com uma escala tipo Likert, com a qual os colegas coavaliaram a apresentação.

Percebemos que os licenciandos mostraram-se motivados para participar do exercício. Mas, além disso, expressaram conclusões de que os experimentos levaram-nos a confrontar as teorias que sabem e a perceberem que ainda possuem confusões e lacunas em alguns tópicos de Física que precisam aprofundar, mas ao mesmo tempo reconheceram ter aprendido maneiras de levar e trabalhar experimentos em sala de aula.

Os resultados das respostas aos roteiros de análise de cada tipo de experimento mostraram que, em geral, eles têm domínio dos conteúdos teóricos dos fenômenos físicos estudados. Porém, quando são estudados experimentalmente e a fim de serem explicados, surgem algumas dificuldades para ligar a informação teórica que possuem com a explicação do fenômeno que está acontecendo. Apresentamos a seguir os problemas que foram colocados em cada um dos exercícios com os diferentes tipos de experimento e trechos que representam as soluções oferecidas pelos licenciandos.

Elevador de Einstein

Problema a resolver (PR): Analisar o experimento de pensamento, estudar a definição dos sistemas de referência, explicar as conclusões de Einstein.

Solução dos licenciandos (SL): *“O experimento consiste em, através do exemplo da queda livre de um elevador e da subida acelerada do mesmo, avaliar como os fenômenos físicos podem ser descritos, segundo diferentes sistemas de referência.”*

Disco de Newton

PR: Estudar as variáveis do sistema (velocidade do disco, cores, tamanho das cores, tempo), formular questões para motivar discussões e resolver tais questões.

SL: *“Quando giramos o disco com velocidade angular que forneça mais de 24 imagens por segundo para o olho humano (...) começaremos a enxergar as imagens sobrepostas até um ponto que a velocidade vai ser tal, que iremos enxergar todas as cores sobrepostas, formando a cor branca.”*

Pêndulo Simples

PR: Montar o experimento. Tomar dados liberando o objeto preso ao fio de um ângulo de 5 graus em relação à vertical, medir o tempo de 10 oscilações e calcular o período. Repetir, variando a massa e o comprimento.

SL: *“Descrição da tomada de dados. (comprimentos do fio para duas massas diferentes a partir de um ângulo de 5 graus, cálculo do período e cálculo da aceleração da gravidade).”*

⁶ ver detalhes no Apêndice I (item 11, p.251)

Trator Mecânico

PR: Utilizando os materiais (rolo, fita adesiva, elástico, palitos de sorvete e de churrasco), variar o tamanho destes materiais, verificando a quantidade de trabalho realizado em relação à energia fornecida ao sistema para obter a opção mais eficiente.

SL: “Ao fornecer energia ao sistema, esta é armazenada como energia potencial elástica no elástico. Posiciona-se o rolo de linha em uma superfície horizontal com o palito fixo em uma das extremidades. Posteriormente, solta-se o palito; o elástico gira, ocorrendo, assim, a transformação de energia elástica potencial em energia cinética.”

Em geral, observamos que os licenciandos optaram pela descrição do que se observa, sem utilizar outras formas de expressão (gráficos, desenhos, analogias). Somente no caso do pêndulo simples foram utilizadas as equações por conta dos cálculos que deviam fazer. Fato que interpretamos como uma limitação para integrar as teorias aprendidas em seus modos de explicar. Em geral, não resolveram os problemas propostos, mas ficaram na descrição do que estavam observando ou entendendo. No elevador de Einstein, não explicaram as conclusões do autor. No disco de Newton não formularam questões. No pêndulo simples tomaram um ângulo maior ao sugerido e limitaram-se aos cálculos, tendo que explicar que se eliminados todos os problemas das medições, poderia se demonstrar a lei. No trator mecânico, não conseguiram organizar uma versão mais eficiente da que lhes foi apresentada. Para eles é uma dificuldade identificar e resolver problemas que não estão diretamente associados à resolução de problemas teóricos de Física.

Na Tabela 2, sintetizamos a forma como os licenciandos caracterizaram os sistemas físicos em cada experimento, observamos algumas dificuldades na compreensão dos fenômenos em si.

Tabela 2 - Caracterização dos sistemas físicos para cada experimento, por parte dos licenciandos

Experimento	Escala de espaço e tempo	Partes do sistema	Variáveis	Parâmetros
Elevador	Altura do prédio e tempo de queda	Referencial no elevador e referencial na Terra	Velocidade e aceleração	Sistemas de ref. inercial e não inercial
Disco	Área do disco e segundos	Cores do disco parado ou em movimento	Velocidade angular, velocidade do olho humano, cores do disco.	Velocidade do disco, deformação da imagem do olho, largura das faixas, cores do disco, luminosidade.
Pêndulo	Centímetros e segundos	Fio, objeto (massa) e suporte	Comprimento do fio e tempo.	Ângulo de 5 graus
Trator	Centímetros e segundos	Palito (menor) fixo ao rolo, rolo e palito maior que descreve a translação	Dimensões do rolo, elástico e palitos.	O diâmetro, comprimento e massa do rolo, elástico e palito. Energia fornecida ao sistema. Capacidade de deformação do elástico.

Como a do caso do elevador, que praticamente não foi entendido o experimento no sentido apresentado por Einstein, ao confundir os sistemas de referência inercial e não inercial no mesmo sistema e desconsiderar a variável “força”. Ou, no caso da desconsideração da Terra como parte do sistema do pêndulo simples e o caso da desconsideração do observador no sistema do Disco de Newton. Também a indistinção entre variáveis e parâmetros no caso do trator mecânico, no qual se consideram parâmetros que, na verdade, são variáveis.

A partir da socialização destes resultados foram desenvolvidas reflexões que evidenciaram o reconhecimento por parte dos licenciandos da riqueza dos procedimentos que oportunizam estes recursos, tais como: analisar, explicar, observar sistematicamente, formular questões, discutir, estudar variáveis, verificar, indo muito além de somente corroborar uma teoria que, aliás, é algo difícil de se conseguir no laboratório com uma prática só.

7.3.2. Usos de Tecnologias da Informação e Comunicação

Concordamos com a proposta de Giordan (2005), no sentido de que é necessário pesquisar melhor as interações entre alunos e professores mediadas pelo computador, avaliando suas limitações e possibilidades e reconhecendo a sala de aula como uma rede dialógica de interações. Portanto, não se trata de recomendar formas de uso, mas de estudar o que acontece em sala de aula quando são propostos diferenciados modos de interação.

A fim de introduzir o tema aos licenciandos com a intenção de levá-los a (re)conhecer diversos tipos de tecnologias da informação e a comunicação, afastando-se um pouco da simples ligação das TICs com o computador, elaboramos uma ficha contendo uma lista de recursos tecnológicos com suas respectivas definições no verso da folha.⁷ Nesta ficha, os licenciandos deveriam indicar em quais situações educacionais poderiam ser utilizados cada recurso. Realidades como: educação a distancia (EaD), complemento para educação presencial (trabalho extraclasse), apoio para trabalho em sala de aula com alunos regulares e deficientes e apoio ao trabalho experimental (visualização de fenômenos e/ou tomada e análises de dados). Os resultados do preenchimento da ficha são apresentados na Tabela 3, a seguir.

Nessa tabela, os números representam a quantidade de licenciandos que indicaram cada opção, sabendo que foram 12 os licenciandos que participaram nesta atividade, pode-se observar que algumas opções não foram indicadas (quadros brancos), outras indicadas apenas

⁷ ver Apêndice I, (item 12, p.259).

por um licenciando (quadros rosa), outras indicadas por grupos menores ao 50% dos licenciandos (quadros azuis), e outros indicados por mais do 50% dos licenciandos (quadros verdes)

Tabela 3- Ficha com lista de tecnologias da informação e comunicação apresentando a quantidade de estudantes que indicam cada recurso como apropriado para cada um dos âmbitos educacionais

Contexto Educativo-> Recurso Tecnológico	Educação a distancia	Complemento de Educação presencial	Apoio para sala de aula presencial			Apoio ao trabalho experimental
			Al. Regular	Al. Deficiente		
				Vis	Audi	
Animações	12	9	10	0	6	7
Áudio	12	8	7	11	0	2
Blogs	12	10	4	1	3	2
Câmera Fotográfica	4	5	6	0	7	10
Ferramentas Google (docs, groups, academic)	12	11	7	0	4	7
Filmadora	7	6	6	0	8	6
Fórum de Discussão	12	10	6	0	4	4
Interfaces (sensores)	1	3	5	2	6	11
Jogos Digitais Educacionais	11	12	9	1	6	3
Motor de Busca	12	10	9	0	7	6
Multimídia	11	10	11	3	8	5
Realidade aumentada	8	7	9	0	7	6
Simulações	12	11	11	0	7	7
Sistemas de Administração de Cursos.	12	9	5	1	4	3
Software de Teste Online	12	11	4	0	3	2
Software Matemático Interativo	12	11	10	1	6	5
Vídeo conferências	12	8	5	1	4	2
Vídeos	12	10	7	0	9	6
Mais de 50%		Menos do 50%	Casos únicos		Zero casos	

Fonte: os autores

Os itens em verde representam os pontos nos quais a maioria dos licenciandos concordam e os demais em azul, rosa e branco são opções cada vez mais isoladas. Porém, nota-se que a tabela ficou praticamente toda colorida, o que indica que, se aceitarmos que todos os licenciandos estão certos, teríamos que aceitar que todos os recursos tecnológicos apresentados funcionam para todas as realidades educacionais; o que, certamente, não é possível.

Interpretamos este resultado como evidência de um certo grau de desconhecimento do que significam algumas dessas tecnologias e das possibilidades reais que têm ao serem utilizadas em processos de ensino. Esse aspecto também se evidenciou no momento do

preenchimento da ficha, onde mesmo tendo as definições à mão⁸, muitos licenciandos solicitaram esclarecimentos que lhes permitissem entender melhor em que consistiam alguns desses recursos.

As principais convergências mostram que a maioria dos recursos tecnológicos funcionam para a EaD e trabalhos extra classe e que poucos funcionam para deficientes visuais. Porém, algumas escolhas evidenciam desconhecimento de tecnologias, como por exemplo:

- a escolha da maioria pelo áudio, como principal recurso para deficientes visuais, desconhecendo que eles também estabelecem comunicação por meio de sua fala, escrita ou sensações táteis auxiliadas por tecnologias;

- a escolha pelo fórum virtual de discussão como apoio ao desenvolvimento da aula presencial, sendo que sua principal função é resolver o problema da distância entre os participantes, problema que supostamente não se tem na aula regular;

- o fato de que somente cinco dos doze licenciandos consideram o software matemático interativo, como apoio ao trabalho experimental indicando que, provavelmente, não conhecem estes recursos em ação, já que eles efetivamente podem apoiar sempre a aula experimental, ou;

- a expressão de um licenciando no sentido de que ele não entendia nenhuma aplicação da tecnologia chamada de “realidade aumentada”.

Escolhas que, em geral, demonstram desconhecimento tanto da forma de operar os recursos tecnológicos, quanto de como estes podem auxiliar no ensino em diversos ambientes educacionais.

Pensando nessa questão, planejamos o exercício com uma dinâmica similar à utilizada na experimentação. Organizamos o material para desenvolver cinco exercícios práticos em torno de cinco recursos tecnológicos. Foi elaborado um roteiro de trabalho para cada, a fim de orientar os licenciandos na compreensão dos recursos e na análise das possibilidades de utilização para o ensino de determinados conceitos da Física. Da mesma forma que no exercício da experimentação, os licenciandos mostraram-se bastante interessados e participativos nessas atividades.

Na sequência apresentamos as temáticas junto com as principais conclusões manifestadas pelos licenciandos no momento da socialização de cada um dos grupos:

⁸ ver Apêndice I (item 12, p. 259)




1. *Áudio Conto*

Foi fornecido para este grupo de licenciandos um arquivo digital, contendo a gravação em áudio do conto de ficção científica intitulado “A última pergunta”, embasado na obra de Asimov (1984). Este é um conto curto que foi publicado pela primeira vez em 1956, cuja estória gira em torno da questão de um dos seus protagonistas sobre a pergunta; será possível reverter a entropia do universo? O material entregue foi tomado do trabalho de Castiblanco e Vizcaíno (2010). A fim de envolver os licenciandos, não somente no exercício de escutar o material fornecido (áudio conto) e analisar as possibilidades de ser utilizado no ensino da Física, mas também, na forma de produzir este tipo de material, decidimos complementar esta sessão de trabalho, com o uso de um software apropriado. Para tanto, selecionamos o software “Audacity”, cujas características básicas são apresentadas no quadro 9, a fim de oportunizar aos licenciandos uma experiência própria de gravação e edição de áudio.

O grupo explorou o material e considerou-o como um recurso apropriado para introduzir o conceito de entropia, especialmente em nível de ensino médio, sempre que fossem desenvolvidas atividades prévias, durante e posteriores à apresentação do conto.

Os licenciandos consideram necessário preparar o aluno para ampliar a capacidade de análise do acontecido na história do conto, uma vez que envolve o aprendizado do conceito de entropia e também envolve a compreensão da transformação da energia. Conceitos que precisam ser explicados pelo professor previamente ao exercício com o áudio conto e também posteriormente ligar os conceitos científicos com as reflexões ou dúvidas que possam surgir nos alunos, não somente com relação à Física, mas também a outros aspectos, como as relações com a tecnologia e a sociedade.

Quadro 9- Informação básica do uso do software “Audacity”

<ul style="list-style-type: none"> - Este é um software “open source” e livre, especializado para edição de áudio. - Depois de ter instalado o software e abrir a janela principal, clique no botão vermelho para iniciar a gravação. Será então apresentado um gráfico representativo das formas de ondas com seus respectivos transientes (picos de sinal), sempre em dois canais, os quais vão, um para o auricular esquerdo e o outro para o direito. - Podem-se gravar varias entradas de som, chamadas de “pistas”, as quais podem se misturar para produzir por exemplo, uma música com um cantor e vários instrumentos musicais ou para produzir uma narração literária com várias vozes. - Ao selecionar um trecho do gráfico, podem ser produzidos diversos efeitos sobre o som, clicando em “Efeitos” e selecionando por exemplo; amplificar, repetir, produzir eco, mudar a velocidade, etc. <p> Ir ao começo: ao inicio do som ou da musica que se vai editar</p> <p> Reproduzir. Ao pulsar maiúscula, se converte em Reproduzir ciclicamente.</p> <p> Gravar. Serve para gravar um som proveniente de um microfone ou um CD.</p>
--

Fonte: Os autores

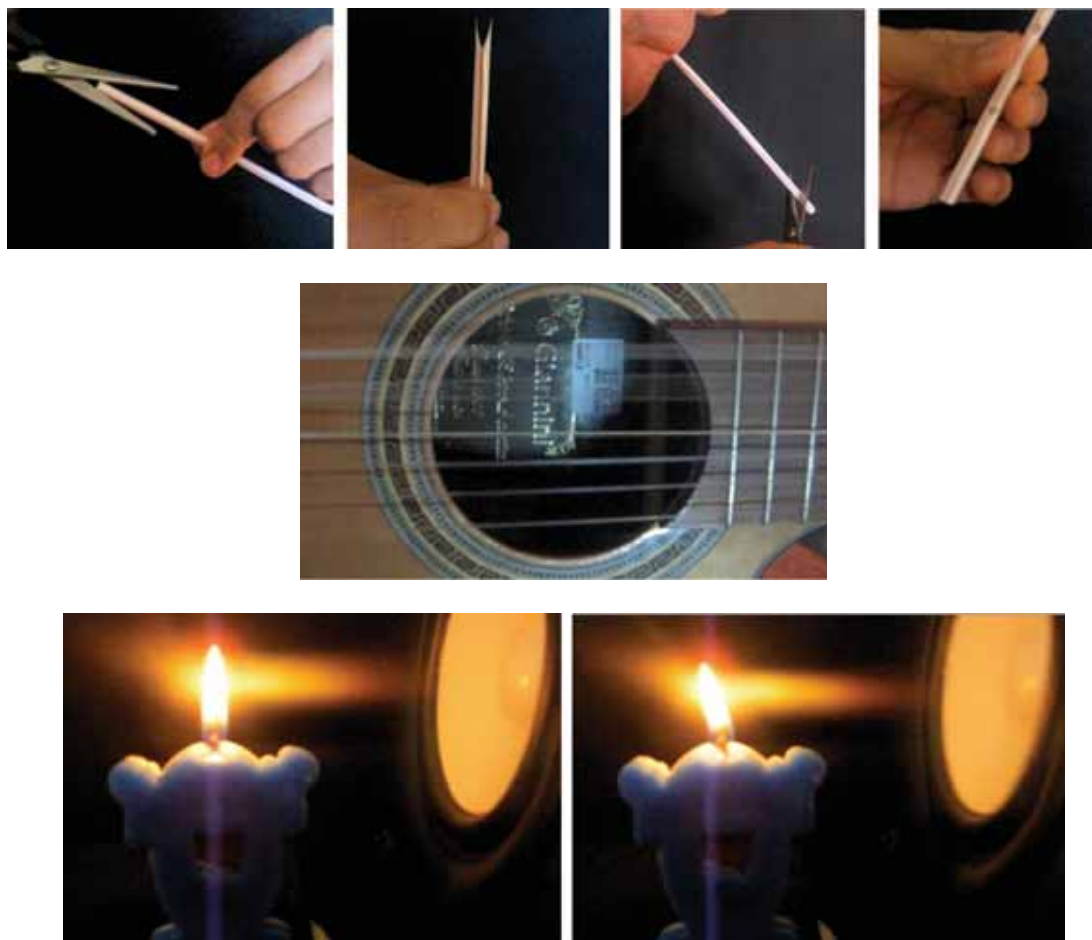
Alguns dos licenciandos que estavam avaliando, mencionaram que conheciam o

software, mas que nunca tinham imaginado que poderia ser utilizado para trabalhar em sala de aula e especialmente para apresentar um conto de ficção científica.

2. Vídeo

Entregamos para este grupo de licenciandos um material digital contendo um vídeo. Neste vídeo apresentam-se formas de produzir o som por meio de cordas, sopro e percussão. Visamos levá-los a analisar as possibilidades de utilizar este tipo de material no ensino de conceitos como; tom, timbre e intensidade do som, mas também, ensinar as formas de produção deste tipo de material. O material entregue foi tomado da proposta de Castiblanco, Vizcaíno, Iachel (2010). Na Figura 7, apresentamos fotografias retiradas do vídeo mencionado.

Figura 7 - Fotografias retiradas do vídeo, produzindo som por meio de sopro, corda e percussão



Fonte: Castiblanco, Vizcaíno, Iachel (2010)

A primeira observação do grupo foi a simplicidade do material e a grande funcionalidade na compreensão do fenômeno. Eles reconheceram a validade e a importância

deste vídeo para estudar o fenômeno do som, apesar de no momento de explicarem o significado de tom, timbre e intensidade tenham apresentado lacunas.

Eles definiram o conceito de intensidade como dependente da frequência, erro que não foi corrigido por nenhum dos colegas, mas que, a partir do mesmo vídeo, foi possível orientá-los no esclarecimento da confusão.

Em geral, reconheceram este como um ótimo recurso para o ensino, resolvendo o problema de não necessitar de laboratório para experimentar, ao menos, neste caso, e a facilidade de “observar” o fenômeno acontecer várias vezes seguidas, detendo-se se for necessário.

3. *Fotografia estroboscópica sem lâmpada*

Com este grupo, trabalhamos a partir do uso de vídeo câmara e softwares livres como “Virtual Dub” e “ImageJ”, para estudar a queda livre dos corpos no conceito de aceleração da gravidade, embasados na proposta de Dias, Amorim, Barros (2009). Na Figura 8, observa-se um exemplo de fotografia tirada com este método.

Figura 8- Exemplo de fotografia estroboscópica da queda de uma bola, obtida por meio do software



Fonte: os autores

Esse grupo produziu várias fotografias estroboscópicas, sendo apresentadas

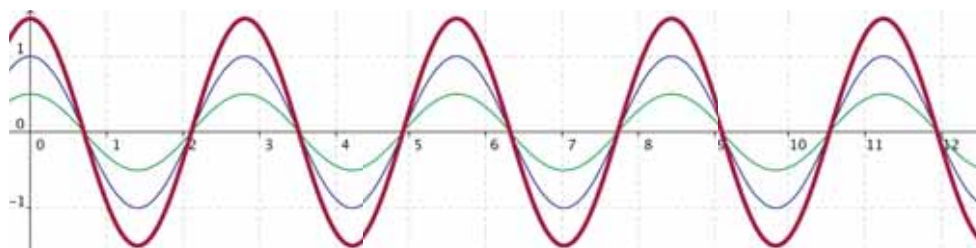
para os colegas, explicitando o processo de tomada das fotografias e sua respectiva análise. Durante este processo, os licenciandos explicaram os critérios que estabeleceram para selecionar as melhores condições de tomada de fotografias, analisando a distância entre a câmara e o objeto, a cor do objeto, a iluminação da sala, a forma de liberar o objeto e também tomaram decisões para melhorar as condições de tomada da que consideraram sua melhor fotografia e sobre a qual tomaram dados, representaram-nos graficamente e os interpretaram.

Em geral, todos reconheceram este como um recurso muito interessante, que pode auxiliar na compreensão, não só da queda dos corpos, mas de diversos fenômenos, auxiliando a experimentação com processos menos complicados para tomada de dados, o que oferece um ganho de tempo, que pode ser aproveitado para análises mais aprofundadas do fenômeno.

4. *Software matemático interativo*

Os licenciandos deveriam analisar o comportamento das variáveis ao se modificar os parâmetros do pêndulo simples, por meio do uso do software “Geogebra”. Esta atividade foi embasada na proposta de Souza *et al.* (2010). No Gráfico 2, observa-se um exemplo de um tipo de gráfico obtido por este método.

Gráfico 2- Exemplo de gráfico obtido com o software Geogebra, para três pêndulos de igual comprimento e soltos a partir de diferentes ângulos



Fonte: Os autores

Este grupo apresentou o conjunto de gráficos que obtiveram seguindo as indicações do roteiro, apresentando as equações que permitiram obter tais gráficos, ao colocar dados de comprimento da corda do pêndulo e ângulo, a partir do qual o pêndulo é liberado, interpretando a forma como se comportam as variáveis amplitude e frequência em diferentes casos. Mas também apresentaram um conjunto de gráficos que obtiveram como resultado de sua própria iniciativa de interação com as possibilidades de análise que oferece o software, imaginando diversos tipos de pêndulos em diversas condições. Em geral, consideraram este como um recurso fácil de ser trabalhado e apropriado para estudar o comportamento de

pêndulos simples e duplos, ao permitir considerar rapidamente diversas situações experimentais, sendo considerada igual às anteriores, uma ótima ferramenta para o Ensino da Física.

5. *Software de teste online*

Para este grupo foi solicitada a elaboração de um questionário de avaliação *online*, utilizando o software “Star Quiz” com tipos de questões em sete modalidades, em torno de conceitos de Eletromagnetismo. No Quadro 10, apresentamos informações básicas do uso deste software.

Quadro 10- Informação Básica do software “Star Quiz”

- É um software para avaliação *online*, que permite elaborar questionários com diversos tipos de pergunta. Os questionários são automaticamente organizados, apresentado as questões em diferente ordem para cada estudante avaliado. Também permite ao estudante conhecer o resultado imediatamente. Depois de aplicados os questionários, o professor pode conhecer os resultados, ora item por item, ora com estatísticas gerais, ora estudante por estudante.
 - Permite diversos tipos de questões, tais como:
 - Escolha múltipla com única resposta (Multiple choice);
 - Escolha múltipla com mais de uma resposta certa (Multiple select);
 - Preencher espaço em branco (fill in the blank); - Resposta curta (short answer);
 - Verdadeiro ou Falso (True or False); - combinação (matching);
 - Resposta de dado numérico (numeric); - Produção de ensaio (essay);
 - questionário de opinião (survey).
 - O questionário pode ser editado com opções como; Nome do questionário, autor, senha, instruções, recursos, banco de respostas, tempo limite, dentre outros.
- Fonte: Os autores

O licenciando encarregado de apresentar este material gerou uma atividade de interação com seus colegas assistentes, já que elaborou um questionário com sete perguntas que deveriam ser respondidas, na medida em que ia apresentando o tipo de pergunta e o conteúdo tratado. Mas além da interação em torno de conceitos do eletromagnetismo foram discutindo as vantagens do uso deste recurso em sala de aula. Vantagens que facilita o trabalho do professor na avaliação de provas escritas; é um software simples de ser manipulado, orienta diversas formas de propor questões ou problemas para os alunos.

Além da aceitação geral da importância do uso dos cinco recursos tecnológicos relacionados anteriormente, como fator que dinamiza processos de ensino e aprendizagem da Física, notamos que a aula, em si mesma, deu a oportunidade para que os licenciandos expressassem diversos pontos de vista a respeito do que aprenderam e ainda precisariam aprender de Física, tecnologias e formas ou perspectivas de Ensino da Física, reconhecendo

que efetivamente desenvolver Didática da Física é muito mais do que levar certos materiais para sala de aula, uma vez que se precisa de preparo específico em cada caso.

7.3.3. Usos de material bibliográfico

Foram organizados seis materiais em torno de cinco tipos de recursos bibliográficos, mas todos tratando o mesmo tema : “movimento”. Esta temática foi selecionada ao considerar que, nesta altura da carreira dos licenciandos, é um dos tópicos mais estudados e, supostamente, o mais compreendido por todos. Organizaram-se pacotes de material suficientes para serem entregues de forma individual, a fim de que eles desenvolvessem um roteiro⁹, contendo itens como: identificar o autor, ano de produção e tipo de material, elaborar um resumo do conteúdo, descrever o grau de concordância com as ideias apresentadas pelos autores, explicando o porquê e descrever e explicar uma proposta de uso deste material para o ensino de “movimento”.

Posteriormente, foram agrupados em função do tipo de material que trabalharam, a fim de comparar suas respostas e discutir um pouco com relação aos encontros e desencontros, para finalmente, socializar suas conclusões com todo o grupo. Durante todo este processo, os professores orientaram as discussões aprofundando nas análises. Na sequência apresentam-se os resultados.

1. Divulgação científica

Trabalhamos a partir de um trecho do item “o enigma do movimento”, do livro intitulado “A evolução da Física” de Einstein *et al.* (1943) p. 25-29.

Os licenciandos disseram que a ideia principal deste trecho é generalizar os conceitos do movimento retilíneo para explicar o movimento curvilíneo, considerando os conceitos de velocidade, variação de velocidade e força. Um deles concordou plenamente com as ideias dos autores, afirmando que, em sala de aula o “...Utilizaria ... com o objetivo de instigar os alunos quanto ao tema do movimento... não propriamente o livro, mas somente as ideias.”. Outro disse que concorda “Parcialmente” e que “Não utilizaria com os alunos, achei um texto confuso.”

Observamos que a ideia principal expressa pelos licenciandos foi praticamente o que estava escrito no primeiro parágrafo do documento, que efetivamente representa o argumento do autor com relação à forma como vai desenvolver este item. Evidencia também que tiveram

⁹ ver Apêndice I, item 13, p. 266

dificuldades na compreensão da leitura, uma vez que não se aprofundaram no “método de generalização”, no qual os autores dão ênfase e que busca mostrar como, a partir de sistemas idealizados, tiram conclusões para ser levadas a sistemas reais. Neste caso, pensar em “corpos libertos de influências externas” ajuda na compreensão do que o autor chama de “vetor velocidade” para poder determiná-lo num dado ponto e num dado momento e, com isto, criar argumentos para o estudo dos sistemas reais.

É assim que a concordância “parcial” de um dos licenciandos pode ser entendida, não como uma descrença dos conceitos da Física ali colocados, mas como, numa certa falta de compreensão ao “*achar o texto confuso*” e, portanto, inútil num processo de ensino orientado por ele. No entanto, o outro licenciando acha que poderia utilizar as ideias deste material para enriquecer sua maneira de entender o tema e de apresentá-lo aos alunos, sem chegar a utilizar o material propriamente dito.

2. Livro didático (primeiro)

Utilizamos como material a carta de apresentação para os alunos e as páginas 68 e 69 que tratam da introdução ao tema de movimento no livro de texto Didático, intitulado “Física”, Volume 1, de Pietrocola *et al* (2011).

Os licenciandos relatam que a ideia principal do autor é “*mostrar que o movimento não é inerente somente a nós, mas está também ao nosso redor*”. Quanto ao grau de concordância, um deles diz que “*as ideias ... são interessantes...mas...faltam conceitos mais profundos... é um pouco confuso*”; outro diz que “*em partes não concordo... pois no início do capítulo o autor diz que o Sol se desloca no céu...*”. Quanto a proposta de uso, um licenciando afirma que “*poderia ser utilizado por meio das sugestões que ele apresenta...*” e outro diz que “*...talvez utilizaria como uma introdução e discutiria com os alunos os erros contidos nele ...*”

Na discussão sobre esta apresentação falou-se, por exemplo, da inconveniência de colocar na carta para o aluno, uma frase como “*O que diferença os desafios do passado dos atuais é que cada vez mais necessitamos de nossas mentes e menos de nossos músculos para superá-los (...)*” ideia que mesmo contextualizada pelos autores, no sentido de ressaltar os modos como o ser humano comportava-se na era pré-histórica e no momento atual, pode deixar uma mensagem de visão de ciência e de fazer ciência como uma questão meramente mental.

Na parte da introdução ao capítulo de movimento, os licenciandos falam em “erros”, quando analisam o parágrafo que diz;

Há muito sabemos que a Lua, o Sol e as estrelas se deslocam no céu. Porém é difícil conseguirmos flagrar o movimento da Lua, pois ele é muito lento. Em contrapartida, vemos facilmente uma formiga se movimentando. Aliás, não é nada difícil presenciar esse fato. Será que a formiga é mais rápida que a Lua? (PIETROCOLA, *et al* 2011)

Reconhece-se como uma ideia que se propõe levar o aluno a pensar no movimento relativo, por meio de comparações entre os deslocamentos e tempos empregados por objetos de diferentes grandezas. Porém, em ausência de um professor que acompanhe o sentido e a interpretação destas palavras, pode deixar no aluno concepções erradas de que o Sol é que se desloca no céu, indiferentemente do ponto de referência ou que as causas do movimento da formiga são as mesmas causas do movimento da Lua.

O mesmo acontece quando os autores ilustram a definição de tempo e movimento, a partir de um conto de ficção que, mesmo tendo um aviso em letras pequenas e vermelhas na parte baixa da folha, convidando o professor a esclarecer que este conto foi inventado para criar um contexto de debate e, posteriormente, apresentam-se questões para analisar o conto, critica-se o fato de “infantilizar” o conceito ao representar o “espaço” e o “tempo” como dois personagens com olhos, boca e nariz, onde o “senhor espaço” tem asas e o “senhor tempo” tem um relógio de areia na mão. Refletiu-se o fato de que este tipo de representação não garante maior compreensão do fenômeno e leva implícitas definições absolutistas de espaço e tempo.

Em geral, concluiu-se que o uso do livro didático é útil na medida em que o professor tenha estudado e analisado previamente o material, a fim de adequá-lo às suas necessidades e também a fim de orientar a leitura do mesmo. Mas que, infelizmente, muitas vezes o material é consultado pelo estudante sem orientação nenhuma, só com o objetivo de encontrar informações para resolver alguma tarefa. Estas reflexões todas demonstram um posicionamento crítico por parte dos licenciandos.

3. Livro didático (segundo)

Utilizamos como material a carta de apresentação para os alunos e as páginas 47 e 48, no item intitulado “conceitos básicos” da unidade de “Cinemática escalar”, do livro intitulado “Física”, Volume 1, de Xavier e Benigno (2010).

Os licenciandos falaram que a ideia principal deste trecho é “*abordar as ideias de movimento com exemplos presentes no cotidiano do aluno, e a necessidade de adotarmos um*

referencial inercial”. Eles concordam “*Sim*” com as ideias apresentadas, mas fazem ressalvas à proposta de uso, afirmando que “*não utilizaria como único material... achei muito incompleto... Entretanto, gostei bastante das ideias e exemplos que o livro aborda*”, e que, “*pela falta de conceito há a necessidade de uma abordagem em conjunto com outros materiais*”

Interpretamos as opiniões como “*falta de conceito*” e “*...incompleto*”, como uma crítica que se faz à quantidade de conteúdos colocados em duas páginas, dado que nestas duas páginas, trata-se os conceitos de referencial, repouso, movimento e ponto material. Colocam-se exemplos para mostrar que o estado de movimento ou de repouso somente pode ser definido ao estabelecer um referencial e que se precisa comparar as dimensões do corpo que se move com as dimensões em que ocorre o fenômeno, o que leva à necessidade, em certos casos, de representar o objeto como um ponto material.

Embora os licenciandos considerem os exemplos interessantes, a crítica vai no sentido da carência de considerações aprofundadas das possibilidades de compreensão do conceito, além de colocar os exemplos e descrevê-los para chegar na conclusão e passar em seguida aos exemplos de problemas teóricos e sua solução, assumindo que o leitor entendeu tudo. Quer dizer, os licenciandos consideram que o material precisa ser acompanhado com explicações, considerações das concepções prévias dos alunos e, em geral, outros materiais e atividades que orientem um processo de construção dos conceitos. Encontramos nesta participação dos licenciandos, novamente, um posicionamento crítico do que significa Ensinar Física.

4. Resultado de pesquisa em Ensino de Física

Tendo como material um trecho que apresenta o questionário aplicado por Viennot a estudantes universitários, contendo ideias sobre o *movimento*, apresentando os respectivos resultados e interpretação das respostas que a autora obteve, no seu livro “Reasoning in Physics” (2004), pp.49-50, foi pedido que os licenciandos o lessem e da mesma forma que com os anteriores materiais, apresentassem a ideia principal do texto e expressassem seu nível de concordância com o exposto pela autora.

Os licenciandos expuseram que a ideia principal do texto é “*mostrar como determinar os pré-conceitos sobre a Relatividade de Galileu e analisar os resultados, por meio de três exercícios apresentados aos estudantes*”. Os dois licenciandos expositores concordaram com as ideias apresentadas e disseram que poderia ser utilizado “*de forma a desenvolver a discussão em sala de aula...*” aplicando o mesmo questionário aos alunos ou “*...como*

introdução de uma aula sobre a relatividade de Galileu.” aproveitando as conclusões que a autora coloca, gerando assim, situações problema para os alunos.

Esse material apresenta três exercícios que buscam levar o aluno a pensar na ideia de que a velocidade de um objeto tem variações *aparentes*, dependendo do observador, tentando apresentar provas para os alunos, por meio do raciocínio. E, mostra como há uma tendência dos alunos a rejeitar certos aspectos da relatividade de Galileu, considerando que o movimento *aparente* não é real e, portanto, não o consideram. A discussão neste tópico girou em torno das formas de se detectar concepções prévias, a partir deste trabalho, implica ter amplo conhecimento do tema para colocar os alunos em situações que os obriguem a ir além de respostas rápidas e simples e também em torno ao modo de tratar os resultados da pesquisa em ensino de Física, que não deveria ser para replicar o que os pesquisadores fizeram, mas para utilizar os resultados como fonte para novas propostas metodológicas.

5. *Enciclopédia virtual*

Utilizamos como material, algumas definições apresentadas pela *Wikipédia*” a respeito do “movimento”, a qual é complementada nessa página com uma definição de “estudo do movimento” e “notas históricas” que descrevem a definição de movimento, segundo Aristóteles, Galileu e Newton, finalizando com as três leis de Newton.

Os três integrantes deste grupo entenderam que a ideia principal deste texto era *“definir o movimento como a variação de posição espacial de um objeto ou ponto material no decorrer do tempo (...) Apresentar que o movimento estuda-se em três blocos; cinemática, dinâmica e estática (...), e, oferecer informações sobre diferentes definições na história da Física desde a Antiguidade até Newton (...)*”. Um licenciando disse que concorda com esta definição, *“porque sua explicação sobre o movimento está de acordo com o que é cientificamente aceito, mas que o texto tem erros ortográficos”*. Outro diz, *“concordo em partes, mas no geral não concordo”*. E um terceiro concorda parcialmente: *“tem muita informação e não deu tempo de analisar em detalhes, por exemplo, para analisar a veracidade dos dados que coloca sobre a História e a Filosofia da Física”*.

Com relação às propostas de uso do material no Ensino da Física, os três concordaram que poderia ser um material de apoio. Um deles diz que o utilizaria *“juntamente com outros livros didáticos, como introdução ao estudo da cinemática, dinâmica ou estática, e, apresentando os conceitos na lousa, dando exemplos de movimento e depois fazendo perguntas aos alunos para descobrir o nível de entendimento deles”*. Outro diz que o

utilizaria *“se os alunos já estivessem com os conteúdos fixados e pediria para eles procurarem os termos que não é usual no contexto científico”*. E o terceiro diz que *“caso for utilizar o texto para introduzir o assunto da mecânica, iria fazer alguns ajustes, corrigindo termos, melhorando o texto”*.

Na discussão com o grupo considerou-se que, embora este seja um material não completamente confiável, apresentando até erros ortográficos, ao ser elaborado por todos que quiserem opinar, ele é sem dúvida, uma fonte de consulta para alunos e também professores. Alguns licenciandos chegaram até a reconhecer a Wikipedia, como uma fonte útil para o professor revisar rapidamente os conteúdos que iria ensinar em uma sequência didática.

Portanto, acharam interessante considerar este material como uma fonte bibliográfica a ser analisada, uma vez que muitos alunos e professores entram atualmente na internet para encontrar respostas rápidas às diversas questões, e além disso, sem critérios para ir além da primeira resposta encontrada e, em consequência, vão ficando com o que encontram, mesmo sem entender completamente, especialmente quanto se trata de responder a tarefas que tratam de apresentar informações e conteúdos.

6. Resultado de pesquisa em Física

Utilizamos como material o prefácio do livro de Henrich Hertz, intitulado *“Principles of Mechanics”* (1899), foi pedido para este grupo o mesmo exercício dos anteriores.

Os licenciandos expressaram que *“o principal problema do autor é contribuir na definição do que é entendido por “Mecânica”*. Um dos licenciandos concorda *“Sim”* e outro diz, *“Claro!”*, com comentários insinuando que não tem como não concordar com uma autoridade da Física como Henrich Hertz. Um propõe utilizá-lo *“... de uma forma introdutória... para se ter um conhecimento melhor como se geraram as coisas..”* e o outro, *“Não de forma introdutória, mas como fonte de leitura e reflexão...”*.

Notamos que consideraram interessante e inovador a leitura de material produzido originalmente pelos autores da Física, embora a linguagem dificulte um pouco a compreensão, já que a forma de expressar ideias no final do século XIX é bem diferente da atual. Mas, acharam que é um material que os leva a pensar a forma como eles definem *“a mecânica”* e quais os problemas que tinham os Físicos naquela época, que permitiram avançar na constituição de novas teorias, dilemas como o colocado por Hertz no sentido de *“apresentar a mecânica de uma forma completa, sem ser tão restrita que deixe de abarcar alguns movimentos não naturais, nem tão ampla que acabe admitindo o “não movimento”*.

Os licenciandos consideraram interessante o fato deles conhecerem a produção de Hertz, principalmente no campo de eletromagnetismo, mas não na mecânica e ainda se apoiando em outros científicos, como Von Helmholtz, Hamilton, J.J. Thomson, Mach e outros que estudaram a mecânica com produções a partir da Matemática, Filosofia e Epistemologia.

A fim de aprofundar mais um pouco na interpretação dos resultados encontrados nos seis itens anteriormente descritos, em torno ao uso de diferentes tipos de material bibliográfico, decidimos listar todos os usos possíveis destes materiais, relatados pelos licenciandos, mas desconsiderando o tipo de material, o que permitiu elaborar a seguinte lista:

- De forma introdutória para abordar o tema.
- De forma introdutória para conhecer a história do conceito.
- Como fonte de leitura e reflexão.
- Como apoio junto com outros materiais.
- Como apoio, melhorando o texto.
- Para utilizar as sugestões que apresenta.
- Para discutir os erros nele contidos.
- Usar as ideias para instigar os alunos no tema.
- Para gerar discussões em sala de aula.

Esta lista apresenta um panorama das opiniões sobre os usos desse materiais, que, se conjugadas todas para cada um dos materiais, resultaria num uso altamente explorado, e ainda ofereceria uma perspectiva de estudo dos recursos bibliográficos, na procura por novas oportunidades de reflexão e análise em função do tema, da complexidade, da linguagem, da sequência e, principalmente, dos propósitos do professor para a intervenção em sala de aula.

7.4. Avaliação da disciplina por parte dos licenciandos

Nos três itens anteriores, apresentamos os resultados do desenvolvimento prático do plano de curso, analisando o tipo de respostas dos licenciandos em torno aos diversos tópicos trabalhados nas sequências didáticas, organizadas em torno das três dimensões propostas, e interpretando-as, de um lado, em função do impacto gerado nos licenciandos com esta proposta de ensino de Didática da Física, e de outro lado, em função de nosso aprofundamento teórico dos objetivos, conteúdos e metodologias a serem utilizados na formação para a Didática da Física. Assim, os aspectos analisados giraram em torno das concepções dos licenciandos do que é ensinar Física.

Neste item, queríamos escutar os licenciandos avaliando o curso que receberam, uma vez que saber a respeito da forma como eles entenderam o curso em geral, pode nos oferecer mais informações que nos permitam julgar a conveniência do ensino da Didática da Física, a partir desta perspectiva.

Para tanto, apresentamos a avaliação que os licenciandos fizeram do curso que receberam, com base em um questionário com duas questões abertas, que foi entregue para eles sem aviso prévio, como atividade adicional, depois da última prova escrita. Foi explicado a eles que o questionário somente buscava avaliar a proposta da disciplina em si, e que, portanto, não teria nenhum efeito na avaliação da disciplina. Assim, não seria necessário anotar o nome na folha. As questões foram as seguintes:

1. *Quais foram os aspectos positivos dessa disciplina? (considerar os diversos aspectos: metodológicos, de conteúdo, etc.)*

2. *Em que aspectos a disciplina poderia ser melhorada?*

O fato de que as respostas a estas questões foram produzidas em condições de anonimato, sem compromisso de nota e com questões abertas, nos permitem considerar como sinceras as apreciações dos licenciandos. Acrescentando-se também o fato de que contamos com a presença da maioria deles em 100% das aulas. Especificamente tivemos 11 dos 14 licenciandos, quer dizer, 79% deles, assistiram pelo menos ao 85% das aulas, como apresentado na Tabela 4.

Isto significa que as apreciações dos licenciandos dão conta real do que aconteceu na disciplina, tanto nos aspectos que consideraram positivos, quanto naqueles a serem melhorados. As respostas são identificadas com a letra (L) de licenciando e um número que lhes foi outorgado, de forma aleatória.

Tabela 4- Porcentagem de aulas nas quais os licenciandos participaram

Quantidade de licenciandos	Porcentagem de presença
3	100%
5	93
3	85
1	78
1	abandonou

7.4.1. Aspectos considerados como positivos pelos licenciandos

Mais do que fazer uma lista de aspectos, propomo-nos a apresentar as respostas dos licenciandos, a fim de analisar o significado de suas palavras. Assim, identificamos quatro tipos de respostas: primeiro aponta ganhos da disciplina considerando uma perspectiva metacognitiva; o segundo descreve ou ressalta as atividades que mais gostaram; o terceiro que compara o desenvolvimento desta disciplina com o de outras disciplinas; e o quarto que analisa, de forma geral, o desenvolvimento da disciplina.

- *Considerações de tipo metacognitivo*

Observamos nos três depoimentos a seguir, um exercício de identidade com a profissão docente, ao reconhecer a importância de aprender a ensinar, enxergando-se como futuros profissionais do Ensino da Física. Nestas expressões, entendemos que ressaltam aspectos que consideram fortaleceram sua formação docente.

L₁₁: Esta disciplina foi muito bem elaborada pelos dois professores em todos os aspectos, pois a metodologia utilizada ajudou muito para que eu refletisse sobre a docência, onde pude aprender com meus próprios erros e equívocos na hora em que tive que explicar alguns conceitos físicos, onde eu pude enxergar onde sou falho e tenho que melhorar para a profissão docente. Porém, também percebi que sabia, tinha certo domínio em alguns aspectos e que nesta disciplina pude confirmar.

L₇: O conhecimento de outras metodologias que não a tradicional, foi significativa para a minha formação.

L₆: Através da disciplina pude compreender melhor os aspectos da ciência e como ensiná-la, de forma a melhorar as aulas, o interesse e o aprendizado dos alunos, conseguindo melhores resultados de aprendizagem

Consideramos satisfatório o fato de os licenciandos terem percebido que foi utilizada a metodologia que pretendia ser ensinada, para que eles as desenvolvessem em seu futuro profissional. Pode ser interpretado como um reconhecimento de que há maior possibilidade de compreensão e fixação dos conhecimentos da Didática da Física, quando podem experimentar os procedimentos por conta própria, como expressa,

L₃: A aplicação de metodologia Didática em nós mesmos, ou seja, a reprodução das propostas Didáticas dos artigos, possibilitando aprender esses métodos mais eficientemente do que se eu tivesse apenas lido os artigos. A atividade de nos posicionarmos em momentos complicados que o professor passou, nos proveu reflexões práticas sobre atitudes que por ventura precisamos tomar. Coisas assim nos fornecem uma formação menos teórica e mais realista.

Observamos nas falas anteriores, que outro aspecto metodológico notado pelos licenciandos foi a proximidade das reflexões com situações reais, que podem ser apresentadas na prática, ao tratar da análise de situações ou atitudes que possivelmente deverão encarar em sala de aula.

- *Atividades ou temáticas preferidas pelos licenciandos*

Esse conjunto de respostas evidenciou uma tendência ao gosto pelo aprendizado do uso das tecnologias e às práticas de laboratórios. Este resultado pode ser entendido como

positivo, no sentido de que eles expressaram ter ganho algum conhecimento, mas, ao mesmo tempo, gera preocupação no sentido de que, alguns licenciandos podem ter ficado com a ideia de que os conteúdos da Didática da Física limitam-se à dimensão técnica. Eles dizem;

L₄: Gostei do primeiro (dimensão física) e o terceiro bloco (dimensão técnica) foram mais interessantes e positivos, a possibilidade de discussões facilitava a organização de algumas ideias.

L₂: Gostei do bloco 3 (Dimensão técnica)

L₃: (...) eu consigo lembrar das atividades que mais gostei (como as das TICs) para uma eventual aplicação em sala de aula. Até então, nós não tínhamos tido aula dessa maneira, daí nossa discussão e interpretação sobre os conteúdos passados foram mais superficiais em relação a estes.

L₇: A parte referente a este último bloco (dimensão técnica) foi a que considerei mais interessante, não que as outras não o seja, contudo como a experimentação e o uso de recursos tecnológicos não foram trabalhados efetivamente em outras disciplinas, me chamaram bastante a atenção(...).

Mas também houve alunos, cujas preferências foram relacionadas à diversidade de dinâmicas de grupo e de atividades. Pelo fato de ter possibilitado maior contato e interação com os colegas.

L₇: Os aspectos positivos da disciplina foram como os trabalhos foram desenvolvidos, a formação de grupos, assim, pode-se conhecer melhor a opinião dos meus colegas e juntos realizarmos as atividades.(...)"

L₄: (...) Outro aspecto positivo foi a forma como foi feito o terceiro bloco (dimensão técnica), em uma aula podíamos ter contato com várias atividades diferentes.

Ou de ter oportunizado diversas formas de entender o ensino, com um panorama amplo de propostas metodológicas.

L₁₁: "(..) ao longo das aulas o que mais me chamou a atenção é que a profissão de professor é bem complexa e leva o professor a enfrentar situações inesperadas, mas percebi que a maneira de abordar esses temas com os grupos e discussão foram bem produtivas e proveitosas, onde a professora e o professor souberam coordenar muito bem. Eu poderia e deveria ter uma maior participação nas discussões, pois vejo que seria mais proveitoso ainda"

L₁₂: Inúmeras metodologias foram discutidas, bem como problemáticas envolvidas nessas, realizando comparações com o padrão de ensino. Isso tudo aumenta os nossos recursos didáticos e nos leva a pensar em como sempre melhorarmos a fim de realizar um ensino de qualidade.

L₉: Os aspectos positivos foram a variedade de procedimentos Didáticos e metodológicos que aprendemos, as formas de utilizá-los e de ensinarmos aos alunos de ensino médio, a interação e a disposição dos professores, a proposta de trabalhos em grupos dinâmicos e interativos e a abordagem de conteúdos importantes para a formação didática de um professor

Interpretamos estas respostas como uma evidência de que a disciplina ofereceu a eles uma visão das possibilidades reais para se distanciar de forma consciente do chamado "ensino

tradicional”, refletindo sobre todas as variáveis envolvidas nesse processo: as dinâmicas de interação em sala de aula, o (re)-conhecimento do que vai ser ensinado, a construção coletiva dos conhecimentos por parte dos alunos e por meio da interação entre aluno e professor e a importância do planejamento das aulas para se atingir determinados objetivos.

- *Comparação com a experiência dos licenciandos em outras disciplinas*

Chamou-nos a atenção a resposta de L₁, ao considerar que esta disciplina lhe ofereceu “um amadurecimento conceitual”. É interessante observar que esses licenciandos estão no último ano de sua formação e, portanto, já estudaram disciplinas nesta área.

L₁: Essa foi a primeira matéria no curso que realmente trabalhou aspectos que futuros professores necessitam, como: - conhecer as concepções dos alunos e de nós mesmos e saber trabalhar isso para melhorar o ensino; - Discutir novas tecnologias para o ensino; - Realizar experimentos simples para o ensino; - Etc. Todos esses aspectos trabalhados como se fosse realmente os próprios alunos (nós) trabalhando como professores. Contribuindo bastante para um amadurecimento conceitual.

Esta comparação, embora não possa nem deva ser entendida como absoluta, nem como uma evidência de falhas de outras disciplinas, pode ser interpretada como uma reflexão desse licenciando no sentido de que há necessidade, e também uma possibilidade, de continuar melhorando a formação no curso de Licenciatura em Física.

L₁₂, diz reconhecer a aprendizagem de usos práticos de teorias sobre metodologias de ensino com base, por exemplo, nas referentes aos usos da História e Filosofia das Ciências ou da perspectiva CTS.

L₁₂: Essa disciplina contribuiu com diversos recursos didáticos, possíveis de serem utilizados em sala de aula. Além, de relacionar tópicos como a História e a Filosofia da Ciência, e a abordagem CTS para o ensino, transmitindo alguns exemplos de atividades onde esses são abordados.

- *Análises gerais do desenvolvimento da disciplina*

Nesse grupo de apreciações, encontramos um reconhecimento ao uso dos referenciais teóricos, considerados pelos licenciandos como importantes e apropriados, mas também o reconhecimento da importância do uso de outros recursos, como a experimentação, as tecnologias e mesmo a experiência dos professores.

L₅: Como aspectos positivos podem ser elencados: - resgate do entendimento/concepções dos conteúdos da física que necessitaremos para ensinar; - Discussão sobre várias situações que poderemos ter de enfrentar; - Referenciais teóricos importantes; - Situações-problemas adversas com relação aos tipos de alunos; - Um modo diferente de “ver” e analisar experimentos; - Resgate de vários tipos de materiais.

L₈: Um dos principais aspectos positivos foi o suporte teórico que foi fornecido pelos docentes da disciplina (artigos, experimentos e softwares). Vale ressaltar também, a intensa troca de experiências dos docentes com os alunos e vice-versa, nos debates realizados durante as aulas. Através das leituras dos artigos, bem como das aulas assistidas, foi possível obter uma noção qualitativa dos principais aspectos e características da Didática das ciências. O empenho dos docentes ficou evidente, a metodologia utilizada forneceu o caráter qualitativo e um aprendizado significativo.

L₁₀, por sua vez, faz menção, já apresentada por outros licenciandos, no sentido de ter promovido a formação do pensamento crítico e reflexivo dos diversos aspectos que envolvem um processo de ensino e de aprendizagem da Física.

L₁₀: A disciplina proporcionou uma interação com diversos materiais e recursos para melhorar a didática da aula. Desenvolveu pensamento crítico em relação aos usos das metodologias. As atividades em sala de aula foram bastante satisfatórias. Houve a participação ativa dos estudantes.

Podemos dizer que, segundo as percepções dos licenciandos, a disciplina atingiu os objetivos ao ter levado a eles uma maior compreensão do que é a Didática da Física. Eles perceberam a importância dos referenciais teóricos e a identificação de diversos problemas possíveis de ser resolvidos por meio de variadas metodologias e também por meio do adequado preparo para o ensino.

Quanto ao objetivo de levá-los a uma aprendizagem progressiva da Didática da Física, observamos que identificaram claramente os três momentos em que foi desenvolvido o curso, com seus respectivos objetivos e, experimentaram a necessidade de ir considerando a cada aula as aprendizagens das aulas anteriores.

7.4.2. Aspectos a ser melhorados, segundo os licenciandos

Podemos dizer que houve um consenso em que o aspecto mais polêmico do desenvolvimento da disciplina foi a avaliação. Para alguns, especificamente em relação às provas escritas e a obrigatoriedade de fazer as leituras dos artigos para tais provas, considerando o volume de textos. Para outros, poderia ser melhorada a forma de considerar a participação dos licenciandos nas diferentes atividades, especialmente nos momentos de retroalimentação. E outros, ainda fazem uma auto e coavaliação, expressando que talvez um maior comprometimento dos licenciandos teria oferecido melhores resultados.

Ressaltamos neste ponto, que o método avaliativo foi explicado para os licenciandos na primeira aula e também foi entregue o plano da disciplina, contendo todos os aspectos metodológicos e de conteúdo. Porém, notamos que, em geral, os licenciandos não

acreditaram que o plano seria fielmente cumprido, até perceber a realidade da proposta com o tempo.

Apresentamos abaixo os resultados dos três aspectos da avaliação que foram citados pelos licenciandos, a saber: 1. As provas escritas, 2. A avaliação da participação nas diversas atividades e; 3. O sistema de notas e pontuação.

- *As provas escritas*

Foram aplicadas três provas escritas ao longo do semestre, no final de cada uma das dimensões trabalhadas e todas com a mesma pontuação das notas obtidas em cada aula, ou seja, não tinham maior “peso” do que as notas obtidas como resultado da produção nas diferentes atividades (Ver as provas no Apêndice I: prova um, p.241 ; prova dois, p.249;e prova três, p.265).

Uma vez que, para cada aula foi considerada a participação dos licenciandos no desenvolvimento das diferentes atividades. Estas provas escritas visavam verificar o grau de comprometimento dos licenciandos com as leituras dos textos, levando em consideração o fato de que não foi solicitado, que fizessem resenhas dos artigos a cada aula, mas informando que as atividades foram embasadas ou inspiradas nos conteúdos dos artigos e, portanto, esperávamos ter gerado suficiente expectativa nos licenciandos para conhecer o conteúdo completo dos referenciais teóricos adotados.

O resultado revela que, não foi possível medir a ligação entre a expectativa gerada e as leituras realizadas, já que, em geral, houve falta de leitura. Fato atribuído pelos licenciandos a falta de tempo ou ao excesso de textos:

L₁: Poderiam ser utilizados menos textos para as provas, devido muitos alunos trabalharem durante o dia e não possuírem tempo para a leitura de textos.

L₃: As avaliações poderiam ser mais práticas, ao invés de provas tradicionais como as que fomos submetidos.

Quando eles falam em “avaliação” estão se referindo às provas escritas, o que é uma evidência da importância que dão à prova escrita, como meio privilegiado para dar conta dos resultados, já que foi explicado que esta prova era só uma parte do processo de avaliação; somadas as três provas escritas, só contabilizando 21% da nota total.

Notamos um especial desconforto com a segunda prova escrita. Vale mencionar que a primeira prova solicitou opiniões e reflexões dos licenciandos com base em três artigos que deviam escolher dentre os artigos, que foram estudados na Dimensão Física. A segunda prova tratou de questões pontuais de aspectos colocados pelos autores nos artigos trabalhados na

dimensão sociocultural, considerando que foram apresentadas em sala de aula resenhas da maioria desses artigos. E a terceira prova tratou de questões pontuais das apresentações que os colegas tinham feito nas atividades da dimensão técnica.

Assim, a segunda prova, exigiu-lhes maior comprometimento com as leituras, fato que gerou opiniões como as de L₄, L₆ e, L₉, que fazem a crítica à exigência de uma suposta memorização dos textos.

L₄: A segunda avaliação foi um péssimo modo de avaliar os conhecimentos dos alunos, pois utilizaram perguntas localizadas no texto que o aluno só necessitaria de memorização, o que normalmente é criticado pelos próprios professores em aulas e trabalhos científicos.

L₆: Acho que a disciplina poderia ser melhorada no método de avaliação, pois é meio complicado conseguir assimilar todos os textos que foram propostos para a leitura.

L₉: A avaliação poderia exigir menos memorização de conteúdos e focar mais em uma reflexão geral do assunto abordado

Nas falas de L₅, L₁₀ e, L₁₁, detectamos evidências de inconformidade com a avaliação, mas também mostraram uma valorização desproporcional deste aspecto, talvez produto de uma reação emotiva pela sua inconformidade com as notas obtidas. Expressões que se referiam à impossibilidade de lembrar os conteúdos dos artigos, mesmo tendo-os lido mais de uma vez ou que consideram uma excessiva cobrança em detalhes dos artigos, ou que foi lhes exigido que memorizassem quase 200 páginas.

L₅: Com relação ao sistema de avaliação, posso concluir que é válido, mas com relação às avaliações referentes aos textos, focando-se na segunda, vejo que esta voltou-se a termos muito específicos dos textos de modo que mesmo, tendo-os lido mais de uma vez, não me recordei destes.

L₁₀: Na correção das atividades e na cobrança desnecessária de leitura, não pela leitura em si, mas pela cobrança de detalhes em avaliação

L₁₁: A prova do bloco 2 (Dimensão sociocultural) não serviu para avaliar se o aluno havia compreendido o conteúdo, mas sim se o mesmo tem capacidade de decorar ou não quase 200 páginas, isso pode ser visto comparando as notas do bloco 1 (Dimensão física) com as notas do bloco 2.

Embora, entendamos que, provavelmente, foram muitas as leituras e consideramos que talvez seja possível e apropriado trabalhar com menos artigos, observamos que, em geral, houve pouco compromisso com a leitura consciente dos artigos. O resultado desta prova gerou-lhes insegurança e decepção ao perceber que suas respostas não foram consideradas boas, uma vez que foi avaliado o fato de oferecerem respostas, a partir da literatura e não a partir do senso comum. Aspecto que é evidenciado na resposta de L₁₂, que assume que a interpretação ou o raciocínio do aluno é necessariamente apropriado em questões sobre a Didática da Física.

L₁₂: A segunda prova não foi condizente com as discussões realizadas em sala de aula, tendo em vista que essa não avaliou a interpretação do aluno e sim a reprodução dos conteúdos existentes nos textos, além de o raciocínio do aluno não ter sido considerado e sim somente o escrito, contrariando as proposições de sala de aula.

Entendemos que há uma tendência a acreditar que provas “Didáticas” somente têm a ver com a opinião dos alunos sob diversos aspectos, mas não sobre os conhecimentos de conteúdos pontuais do Ensino.

- *A avaliação da participação nas diferentes aulas*

As reclamações neste ponto levam-nos a refletir a respeito da importância de explicitar com maior clareza e também de negociar as metodologias de avaliação com os licenciandos tanto no começo, quanto no percurso da disciplina, é claro, mantendo sempre a coerência entre o que se propõe e o que se faz.

Observamos que várias falas evidenciam uma certa incompreensão do que foi feito, já que eles consideravam que a valorização da participação nas diversas atividades, foi injusta. Eles argumentaram que muitas vezes suas opiniões foram avaliadas como erradas ou que não foi considerado o “interesse” do aluno na nota. L₄: A valorização do empenho dos alunos precisa ser revista.

L₅: Com relação às atividades em sala de aula seria interessante valorizar mais a participação e interesse nas atividades, pois estamos sendo formados como professores, ou seja, teremos que “participar” perante muitos alunos.

L₆: (...) além das avaliações de cada aula que muitas vezes se referiam ao que achávamos e mesmo assim estava errado ou incompleto. Outro ponto é o tempo que se tinha para realizar as atividades, muitas vezes como se pretendia dar muita coisa na aula acabava tendo que ser rápida nossa resposta o que muitas vezes prejudicava, pois não conseguia expressar melhor o pensamento.

L₇: algumas atividades realizadas em sala necessitavam de um tempo de desenvolvimento maior que o que foi dado, como isso não puderam ser totalmente desenvolvidas

Reconhecemos que algumas aulas poderiam ter se desenvolvido com menor quantidade de atividades, ou que talvez, poderíamos ter controlado mais o tempo empregado em cada uma das fases da aula, também reconhecemos possíveis equívocos na correção das questões. Porém, foi notável uma carência de critérios nos licenciandos para elaborar opiniões justificadas ou embasadas na literatura, além de que foi evidente em alguns licenciandos, uma certa falta de capacidade de análise e síntese das leituras, ou uma certa falta de concentração nas atividades propostas, o que acabou várias vezes, prejudicando o tempo proposto para o desenvolvimento e também é claro, afeta o desenvolvimento deles nas provas.

Observamos também que a ideia de “participação” na aula, limita-se para alguns licenciandos, à participação oral, o que evidencia uma perspectiva desde o senso comum do que seria avaliar de forma integral.

L₁₂: A participação, a qual havia dito que seria considerada, não Foi (...)Entendida a dificuldade de estipulação da nota de participação, porém uma vez dito que essa seria considerada, ela deveria existir, nem que seja por meio de pontos extras. Tendo em vista que o conhecimento é produzido na interação em sala de aula, como dito em aula. O sistema avaliativo não foi coerente.

Junto com as provas escritas foi feita uma retroalimentação, no final de cada uma das dimensões trabalhadas. Esta atividade consistiu em apresentar uma análise textual discursiva das produções escritas dos licenciandos nas diferentes atividades. Buscávamos levar os licenciandos a outro nível metacognitivo, ao se enxergarem como parte de um todo e também ao se identificarem nas análises realizadas.

Sempre tomamos cuidado de manter em anonimato os autores das diferentes respostas, para evitar possíveis julgamentos entre pares ou fortalecimento de estereótipos ou discriminações. Em todos os casos foram apresentados os resultados e abrimos espaço para comentários, objeções ou discussões. Isto gerou algumas vezes dinâmicas de debate, outras vezes de reflexão e às vezes não gerou qualquer reação explícita. Observa-se na resposta de L₂ um reconhecimento à importância de tal retroalimentação e também um chamado a melhorar a metodologia de apresentação destes resultados para garantir maior envolvimento dos licenciandos:

L₂: No geral, a disciplina está muito bem formulada em todos os aspectos, talvez tenha ficado um pouco prejudicada pelo fato de que alguns alunos não demonstraram interesse e não levaram a sério a disciplina como levam as outras. Também a não participação nas discussões prejudicaram de certa forma o andamento da disciplina. Acredito que as retroalimentações também foram de grande importância, mas poderia ser feita de uma outra forma que os alunos não se dispersassem e prestassem mais atenção, dando a devida importância dos dados analisados de nós mesmos, alunos. Esta disciplina acrescentou bastante à minha formação.

- *O sistema de avaliação e pontuações*

Além das várias menções às respostas já apresentadas, relacionadas ao sistema de notas, temos duas considerações que reclamam, explicitamente, pelo sistema adotado. Na primeira, entendemos uma desconsideração à importância de valorizar diversas formas de interação em sala de aula, mas também pode ser entendida como uma inconformidade de ter obtido somente 21% da nota com base nas leituras dos artigos, fato que talvez considere como uma atividade de grande exigência.

Na segunda, observamos uma falta de consciência do peso real que tiveram as diferentes atividades, ao mencionar um suposto prejuízo com o sistema de avaliação.

L₁₁: Não tem sentido a prova ter o mesmo peso que os trabalhos feitos em sala. Uma pequena nota ruim compromete a nota do bloco todo.

L₁₂: O método avaliativo foi falho (...)As notas não foram condizentes com a evolução Didática dos alunos, além de ter prejudicado muitos com o sistema de avaliação

Por outro lado, entendemos que estas respostas possam ser resultado de uma inconformidade ao sentir que suas aprendizagens ou suas participações foram importantes, mas a nota final não foi condizente com suas expectativas. Fato que evidencia de um lado, a dificuldade dos alunos em aceitar formas alternativas de avaliação, e de outro, a complexidade da avaliação, mais ainda, tratando-se da avaliação do aprendizado de conteúdos que não são exatamente mensuráveis com provas padrão, mas que também não podem ser medidas, a partir de um conjunto de “opiniões livres” dos licenciandos. Apresentamos a Tabela 5, com as notas finais obtidas pelos 13 licenciandos (L) que participaram da disciplina, colocadas em ordem decrescente, sem que coincida a numeração dos licenciandos com os códigos no item anterior.

Tabela 5- Notas finais obtidas pelos licenciandos na disciplina de Didática da Física

L	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nota	9	8,9	8,7	8,4	8,3	8,1	8,1	7,7	7,6	7,3	7,2	6,2	3,3

Observe que 7 dos 13 licenciandos (54%) obtiveram nota superior a oito, 4 dos 13 (31%) obtiveram nota entre sete e oito, um foi aprovado com nota seis e um reprovou (desistiu da disciplina, na realidade).

Desta avaliação dos licenciandos, ressaltamos dois como os resultados mais importantes. O primeiro que apresenta uma evidencia da conveniência de trabalhar o ensino da Didática da Física, em torno das três dimensões, com atividades que lhes permitiram ir se reconhecendo como professores de Física, que precisam de saberes específicos para a profissão, o qual inclui maior compreensão da Física que ensinam, maior compreensão de formas de tratar a Física em diversos contextos educacionais e formas de enriquecer e potencializar a interação em sala de aula.

O segundo, evidencia como é difícil avaliar este tipo de ensino, ao levar em conta que os licenciandos consideram que não é conveniente avaliar este tipo de disciplina com provas escritas ou ainda exigindo a fixação de conhecimentos apresentados pela literatura da área, como também, é complexo avaliar a participação em sala de aula, uma vez que não é possível

tomar como critérios, a quantidade de falas de cada aluno, mas é preciso encontrar mecanismos de considerar a participação ativa, real e comprometida dos licenciandos com cada uma das atividades propostas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Lembramos, inicialmente, que nosso problema de pesquisa foi “*Como devem ser estruturados objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física na formação inicial de professores, com o objetivo de garantir coerência entre o que se faz em sala de aula e o que se pretende ensinar?*” e que este problema foi desdobrado em duas questões: a primeira, que indagou pela ligação entre as propostas da literatura, os objetos de estudo de pesquisadores do Ensino da Física, a função que a Didática da Física tem nas estruturas curriculares de formação de professores e as expectativas dos licenciandos em relação ao aprendizado neste campo; a segunda, que indagou pelas possibilidades de levar à prática uma proposta de estrutura teórica do Ensino de Didática da Física, elaborada com base nos resultados da primeira questão.

Concluimos que, para organizar de forma coerente e coesa os objetivos, conteúdos e metodologias do Ensino da Didática da Física, devem ser conjugados dois fatores: o primeiro é ter uma estrutura que permita organizar conteúdos de forma progressiva no desenvolvimento do curso e que permita auxiliar o licenciando a adquirir habilidades específicas para o ensino; o segundo, é levar em consideração resultados de pesquisa na área, selecionados em torno das exigências da estrutura, com o critério de serem resultado de linhas de pesquisa que estudam a inter-relação entre diversos campos disciplinares para resolver problemáticas de Ensino de Física.

Quanto à estruturação da Didática da Física, na formação inicial de professores, concluimos que esta proposta possa contribuir para a construção de caminhos que orientem a maiores generalizações e busca de consensos do que pode ser ensinado neste campo, com o objetivo de melhorar a formação para o ensino. Assim, consideramos ter possibilitado à comunidade acadêmica um recurso que pode ser entendido, tanto como subsídio para refletir sobre a coerência da formação para o ensino nos cursos de Licenciatura, quanto como sugestão para organizar outros cursos ou conjuntos de disciplinas em outras realidades educacionais. Gostaríamos de insistir que não estamos propondo uma disciplina isolada, embora se possa utilizar este material para repensar alguma disciplina, mas estamos propondo uma estrutura que oriente a organização de conteúdos a serem ensinados em disciplinas inseridas nas estruturas curriculares, objetivando formar para o ensino.

Quanto às estratégias para selecionar resultados de pesquisas da área, concluimos que as três dimensões que fundamentam a estrutura proposta, englobam campos de inter-relação

de diversos campos disciplinares, em torno de problemáticas que devam ser trabalhadas no Ensino da Didática da Física e, ao mesmo tempo, podemos dizer que o ensino da Didática da Física, seguindo a sequência proposta nas três dimensões de forma gradativa e cada vez mais aprofundada, permitindo a formação do professor em habilidades e conhecimentos específicos para seu exercício profissional.

Com relação aos resultados desta pesquisa, levando-se em conta as três abordagens consideradas no curso ministrado, *Dimensão Física*, *Dimensão Sociocultural* e *Dimensão Técnica*, podemos concluir que:

- Com a *Dimensão Física*, foi possível levar os licenciandos a aguçar o senso crítico de suas próprias concepções, tanto de Física, quanto do Ensino de Física, por meio de exercícios metacognitivos, que lhes permitiram analisar aspectos, como: a função da experimentação na construção de suas explicações, o significado de “observar” um fenômeno físico, a importância de análises aprofundadas da História, a Filosofia e a Epistemologia da Ciência para superar visões ingênuas e para (re)construir seus conhecimentos.

- Na *Dimensão Sociocultural* foi possível gerar inquietações a respeito de como resolver os problemas de adequação dos conteúdos e as metodologias de ensino para diversas situações e realidades educacionais, o que precisa da inter-relação de diversos saberes disciplinares, indo além de simplesmente esperar que os licenciandos aprendam a ensinar só com base na prática docente. Também é possível ampliar a panorâmica de opções de trabalho em sala de aula e, simultaneamente, orientar os licenciandos para reorganizarem seus conhecimentos de Física ao serem pensados para diversos objetivos de ensino da mesma.

- Na *Dimensão Técnica* foi possível superar a visão comum de que a utilização de recursos de apoio em sala de aula é, em si mesma, solução a diversos problemas de ensino ou que esta seria a finalidade da Didática da Física. Pôde-se aprofundar no conhecimento de recursos tecnológicos, bibliográficos e de laboratório de forma encadeada ao domínio do conteúdo específico da Física e as formas de interação em sala de aula, para atingir objetivos educacionais.

Embasamos as afirmações anteriores em evidências que nos permitem dizer que logramos mostrar para os licenciandos a função da interdisciplinaridade no campo da Didática da Física, sabendo que não se trata de exigir que professores se tornem especialistas em conteúdos disciplinares de Psicologia, Sociologia, Epistemologia, História, Filosofia, Linguagem, etc. Mas que possam entender as possibilidades que aportes de outros campos

disciplinares para o tratamento dos conteúdos da Física em sala de aula, tendo como pano de fundo os resultados de pesquisas da área.

Ao caracterizar conteúdos para o Ensino da Didática da Física foi possível superar a visão de que se trata de um conjunto de técnicas e ferramentas que auxiliam as atividades em sala de aula. Uma vez que, decidir o tipo de atividades e planejá-las, tanto em sua forma, quanto em seu conteúdo, exige conhecimentos acerca do Ensino da Física que vão além do simples uso ingênuo de recursos educacionais.

Por outro lado, acreditamos que a ordem proposta para articular os conteúdos, começando pela *Dimensão Física*, passando pela *Dimensão Sociocultural* e finalizando com a *Dimensão Técnica*, tem uma lógica, que possibilitou aos licenciandos um caminho de aprofundamento na compreensão integral: do que sabem de Física, ao pensar em ensiná-la; do que conhecem da Física, posta em diversas realidades educacionais; e das possibilidades de enriquecimento de sua prática, para responder a determinados objetivos.

Talvez se os conteúdos fossem oferecidos na ordem inversa, os licenciandos tivessem tirado menos proveito, por exemplo, das atividades em torno da Dimensão Técnica, uma vez que estaria diminuindo sua capacidade de análise e crítica a respeito das potencialidades destes recursos, ao não ter tomado consciência da necessidade de maior compreensão da Física e das interações em sala de aula, além de que reforçaria uma ideia instrumentalista da Didática da Física.

Assim, no que se refere à proposta de estruturação do curso analisado neste estudo, podemos concluir que esta cumpriu bem a função de permitir organizar objetivos, conteúdos e metodologias para o Ensino da Didática da Física, de forma coesa e encadeada, com base em resultados de pesquisas da área que fundamentaram a inter-relação de diversos campos disciplinares.

Porém, consideramos importante mencionar que chegar a este resultado não foi um processo simples nem linear, já que levar à prática a proposta teórica da inter-relação de conhecimentos de diversas disciplinas com os conhecimentos do Ensino da Física, obrigou-nos, em diversos momentos, a nos (re)posicionar como professores pesquisadores da formação de professores de Física. Pois, várias vezes, tivemos de repensar o que realmente estávamos entendendo por Didática da Física, o que deveria ser ensinado e sobre a necessidade de adequar nossa ação docente de forma coerente com a formação que se queria oferecer. Isto porque as informações obtidas a partir dos estudos prévios forneceram um panorama bastante amplo e diverso, que gerou, em nós, um conjunto de questionamentos do

que é fazer pesquisa neste campo, o que é ensinar neste campo e o que é ensinar com base em resultados de pesquisa, especialmente visando considerar a característica interdisciplinar da área.

Nesse processo, fomos compreendendo que as aulas de Didática da Física, na formação inicial de professores, não devem ser para ensinar Física, nem para ensinar receitas de como ensinar a Física, mas para orientar os licenciandos na consolidação de conhecimentos que lhes permitam, não só gerar, com autonomia, suas próprias estratégias de ensino de Física, que coloca um desafio não só em termos do tipo de conteúdos a serem ensinados e nas metodologias a serem utilizadas em sala de aula, mas também no aperfeiçoamento do nosso discurso em relação à Didática da Física.

Entretanto, no que se refere ao desenvolvimento prático do curso, proposto com base na estrutura teórica, podemos concluir que a principal problemática encontrada para desenvolver o curso, a partir do que foi planejado, foi a resistência dos licenciandos para aceitar esta estratégia de ensino, que foge do ensino tradicional, uma vez que eles não aceitam facilmente a avaliação contínua, por estarem acostumados à avaliações escritas, em geral, apenas em dois ou três momentos durante o semestre. Mas, ao mesmo tempo, apresentaram resistência à avaliação em forma de prova escrita neste tipo de disciplina, na qual estão acostumados a produções que não, necessariamente, lhes exige demonstrar seus conhecimentos em relação à interpretações de resultados de pesquisas da área, nem inter-relações de conhecimentos para resolver problemas de ensino.

Mesmo assim, podemos concluir que houve uma evolução nas posturas dos licenciandos em relação ao que consideram produzir e considerar a Didática da Física em processos de ensino e aprendizagem.

Ao observar e comparar depoimentos dos licenciandos, à medida que o curso ia se desenvolvendo, fomos analisando como eles iam se aprofundando na análise crítica dos temas estudados. Por exemplo, no começo do curso, a maioria deles definiu a Didática da Física como um conjunto de ferramentas que auxiliam o ensino, considerando o uso da História e a Filosofia da Física como recursos para “cativar” os alunos. Vimos, porém, como estas concepções foram se alterando paulatinamente, para, no final, chegarem a expressar que a História, a Epistemologia e a Filosofia da Ciência pode, verdadeiramente, lhes auxiliar na maior compreensão do que ensinam e, por sua vez, no planejamento de estratégias de ensino.

Outro exemplo, refere-se à percepção dos licenciandos sobre o uso da experimentação no ensino. No começo, era quase óbvio para todos que o principal objetivo do uso da

experimentação era para “motivar” o aluno ou comprovar uma teoria, a partir da “observação” direta dos fenômenos. Mas, no final, reconheceram que o uso da experimentação pode ir além, oportunizando ricas abordagens para o ensino e a aprendizagem dos alunos. Fica evidente que os licenciandos tomaram consciência de que para inserir recursos de apoio em sala de aula, necessita-se de preparo específico do professor e de trabalho prévio, durante e depois de sua inserção. O mesmo ocorreu a respeito do uso de material bibliográfico, ao considerarem que deve ser utilizado em sala de aula acompanhado de explicações, considerações sobre as concepções prévias dos alunos e, em geral, de outros materiais e atividades que orientem um processo de construção dos conceitos.

Outro aspecto que conseguimos discutir com os licenciandos foi a tomada de posição perante a chamada “transposição didática”. Inicialmente, detectamos que o termo era empregado pelos licenciandos como sinônimo de um recurso para o ensino ou como uma forma de ensinar. Pouco a pouco as discussões foram levando à compreensão do papel do professor na “transposição”, refletindo-se sobre as diversas interpretações que se pode ter em relação a este termo e nas possíveis visões da natureza da ciência que estão por trás de uma “transposição didática”. Orientamos os licenciandos na compreensão de que não existem métodos fixos nem regras para desenvolver a “transposição didática”; portanto, esta não é “ensinável” como conteúdo, já que isto levaria ao ensino de receitas para o ensinar. Portanto, o que seria “ensinável”, são as formas de construir critérios para o planejamento e desenvolvimento de transposições didáticas, o que vai muito além da ideia de “passar” conteúdos.

No começo do curso, os licenciandos consideraram que a função da Didática da Física era principalmente de “passar” os conteúdos de forma eficiente. Pouco a pouco, o termo “passar” foi sendo motivo de reflexões e críticas, na medida em que os licenciandos foram reconhecendo a complexidade da função docente, como expressaram na avaliação do final do curso.

Podemos dizer, que os licenciandos construíram possibilidades reais para se distanciar, de forma consciente, do chamado “ensino tradicional”, refletindo sobre todas as variáveis envolvidas nesse processo: as dinâmicas de interação em sala de aula, o (re)conhecimento do que vai ser ensinado, a construção coletiva dos conhecimentos por parte dos alunos e por meio da interação entre aluno e professor e a importância do planejamento das aulas para se atingir determinados objetivos.

Outro aspecto que gostaríamos de observar é com relação ao domínio de conteúdo dos licenciandos. Encontramos evidências de lacunas em seus conhecimentos, tanto em termos de conteúdos de Física, quanto em ensino de Física. Apesar de os mesmos possuírem certo domínio dos tópicos gerais, apresentam lacunas ao fundamentar suas explicações e/ou suas ações quando tratados problemas específicos do ensino. Neste aspecto, alguns licenciandos não só consideraram que conseguiram tomar consciência de suas lacunas, aprendendo com seus erros, mas também reconheceram os tópicos, nos quais consideraram que possuíam domínio, o que entendemos como um passo fundamental para resolver tais lacunas e fortalecer sua identidade com a profissão de professor de Física.

É importante salientar também que entendemos dos resultados desta pesquisa que os licenciandos estão apenas em um estágio de uma futura carreira profissional, a formação inicial, e, portanto, sabemos que eles ainda têm muito a aprender. De forma semelhante, nós, enquanto professores e pesquisadores, ainda temos muito a desenvolver neste campo, como por exemplo, no tópico da avaliação deste tipo de disciplinas, que nos pareceu um dos aspectos mais conflitantes no desenvolvimento do curso. Isto porque para os licenciandos é problemático avaliar o aprendizado de conteúdos da Didática da Física, exigindo domínio em avaliar conteúdos, mas também acordos de como avaliar, por exemplo, questões mais subjetivas, como a participação em atividades de sala de aula.

Além das conclusões anteriores, podemos dizer que ao longo da pesquisa, constatamos vários aspectos que não foram foco de nosso problema, mas que merecem destaque, por serem aspectos, dos quais dependem em grande parte a compreensão da realidade da formação inicial de professores:

- Existe a necessidade de melhorar a formação para o domínio dos conteúdos de Física, já que foi quase uma constante, em todas as atividades desenvolvidas, a percepção de lacunas e equívocos conceituais entre os licenciandos, quando exigidos a explicar fenômenos físicos. Assim, fica um questionamento: por que estaria acontecendo este fenômeno numa etapa de formação onde problemas deste tipo deveriam estar superados?

- Embora a pesquisa na área de formação de professores tenha evoluído, consideravelmente, nas últimas décadas, questões como a caracterização da Didática da Física, o exercício profissional do professor universitário, bem como do professor da educação básica ainda carecem de maior investimento e aprofundamento por parte dos pesquisadores da área;

- Os resultados desta pesquisa ratificam os apresentados anteriormente por Nardi (2005) e Nardi e Almeida (2007) e outros constantes na literatura nacional e internacional de que, no Brasil, a área de Ensino de Ciências é um campo de conhecimento que decorre da existência de uma história e de uma série de preocupações comuns entre pesquisadores, mas não de uma organização em torno de um paradigma hegemônico e, portanto, não há unanimidade nos critérios que orientam a pesquisa na área, nem as estruturas para formação de professores da área;

- Constatamos também, nos estudos preliminares que sustentam esta tese, que a função da “Didática da Física” nas estruturas curriculares de cursos de licenciatura no Brasil, tem diversas interpretações, algumas vezes, entendida como um conjunto de recursos de apoio para sala de aula (informática, instrumentação, lousa digital, etc.), outras vezes entendida como a “transposição didática”, ainda que com diferentes enfoques, já que, para alguns, o objetivo da transposição se faz tomando a Física como fim e, para outros, tomando-a como meio. Significa que o caráter heterogêneo da pesquisa na área de Ensino de Ciências é o mesmo caráter heterogêneo de seu ensino e dos critérios para organizar as estruturas curriculares. Se, por um lado, isto pode ser considerado positivo, na medida em que podem convergir diversas perspectivas na solução dos mesmos problemas, por outro lado pode se constituir em um impasse quando, por falta de consensos, podem dificultar o avanço das transformações com vistas à eficiência na formação de professores;

- Identificamos que a função da Didática da Física, entendida a partir da caracterização encontrada na literatura, apresenta semelhanças com a função que cumprem as disciplinas de “Metodologia e Prática de Ensino”, nos currículos de Licenciatura em Física do país, as quais se propõem, em teoria, ser um eixo articulador entre os conhecimentos da Física e os conhecimentos das Ciências da Educação, Pedagogia e Didática Geral. Mas, na prática, estas disciplinas são desenvolvidas, a partir de perspectivas diferenciadas para cada instituição de ensino superior;

- Constatamos que lograr mudanças na forma de entender o exercício profissional do ensino por parte dos licenciandos, implica em mudanças, ou talvez aperfeiçoamentos, nas práticas profissionais do professor universitário. Por exemplo, no que se refere ao domínio de conteúdos a ser ensinados neste campo. Acreditamos que para a maioria dos professores é claro o que deve ser ensinado em disciplinas de Física; entretanto, o que deve ser ensinado para formar em Didática da Física, varia de professor para professor e de currículo para currículo.

REFERÊNCIAS¹⁰

ACEVEDO, J.A.; VAZQUEZ, A.; MANASSERO, A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

ALARCÃO, I. P. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 2.ed. São Paulo: Cortez Editora, 2003.101p.

ALMEIDA, M.J.P.M.; NARDI, R.; BOZELLI, F. A diversidade de interpretações como fator constituinte da formação docente: leitura e observação. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 95-109, 2009.

ASIMOV, I. **Nós, robôs**. Editora Hemus, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. (ENPEC) Disponível em; <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/>>. Acesso em: out. 2011.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Tradutora Magda S. Sé Fonseca. São Paulo: Papirus Editora, 1989. 131p.

AUDACITY. *Software* editor de grabación y edición de sonido libre, de código abierto y multiplataforma. Disponível em: <audacity.sourceforge.net>. Acesso: 1 jun. 2012.

AVENDAÑO, R. *et al.* El trabajo práctico: una búsqueda de sentido para la enseñanza de la Física. Revista virtual **Góndola, Ens. Apr. Cienc.**, Bogotá, v.7, n.1. Ago. 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Original publicado em 1977. Tradutores Luís A. Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002. 223p.

BARROS, M.A.; VILLANI, A. A Dinâmica de Grupos de aprendizagem de Física no Ensino médio: um enfoque psicanalítico. **Investigações em Ensino de Ciências (online)**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 1-24, 2004.

BRASIL. Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. (CNPq). Disponível em: (<http://www.cnpq.br/>). Acesso em: out. 2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP1/2002, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais, para a formação de professores de Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Diário oficial da União, Brasília, 9 de Abril de 2002. Seção 1, p.31

BRASIL. Ministério da Educação. MEC. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/>> Acesso em: jul. 2011.

¹⁰ Baseada na NBR 6023 de ago. de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

BRASIL. Presidência da República. Lei no.9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. (LDB. 5ª Edição, 2010. Biblioteca Digital da Câmara dos deputados. Disponível em: <<http://bd.camara.gov.br>>. Acesso em: ago. 2012.

BROCKINGTON, G. ; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino das ciências**. Lisboa: Ministério da Educação, 2002. 321p.

CAMARGO, E.P.; NARDI, R.; CORREIA, J.N. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de física moderna. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v.10, n. 2, 2010.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez Editora, 1993. 120p.

CASTIBLANCO, O.; NARDI, R. Establishing common elements among some science education references as a resource to design a Didactics of Physics program for teachers' initial education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PHYSICS EDUCATION, 2011, México city. **Proceedings...**México city: International Union of Pure and Applied Physics, 2011a.

_____. Estabelecendo elementos comuns em alguns autores do ensino de ciências, como recursos para pensar a Didática da Física na formação de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), Campinas/SP, 2011. **Atas...** São Paulo: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011b.

_____. Establishing common elements among some science education references as a resource to design a Didactics of Physics program for teachers' initial education. **Lat. Am. J. Phys. Educ**, México City, v.6, Supplement. I, Aug. 2012a.

_____. Como esta sendo entendida a formação em didática da física nos cursos de Licenciatura em Física no Brasil? In: XIV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, Maresias/SP, 2012. **Anais...**Maresias: Sociedade Brasileira de Física, 2012b.

CASTIBLANCO, O.; VIZCAÍNO, D. Proposta de tratamento da musica, fotografia e ciência ficção no ensino da física. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTIFICA E TECNOLÓGICA. Santo Ângelo/RS, 2010. **Anais...**Santo Ângelo: URI, 2010.

CASTIBLANCO, O.; VIZCAINO, D.; IACHEL, G. Proposta didática para o ensino do som. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, Ponta Grossa/PR, 2010. **Atas...**Ponta Grossa: UTFPR, 2010.

CHIZZOTTI, A. 1991. **Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais**. 6.ed. São Paulo: Editora Cortez, 2003. 164p.

COPELLO, M.; SANMARTÍ, N. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciências centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v.19, n.2, p.269-283, 2001.

CORTELA, B. S. C. **Formação inicial de professores de Física: fatores limitantes e possibilidades de avanços**. 2011. 289 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência)- Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

_____. **Formadores de Professores de Física: uma análise de seus discursos e como podem influenciar na implantação de novos currículos**. 2004. 268p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru. 2004.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Princípios nas Ciências Empíricas e o seu tratamento em livros didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n.3, p.383-399, 2004.

DELIZOICOV, D. Docência no ensino superior e a potencialização da pesquisa em Educação em Ciências. *In: GARCIA, N.M.D., et al. (Org.). A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias*. Sociedade Brasileira de Física. Brasil, p.215-226, 2010.

_____. Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. *In: NARDI, R. (Org.) A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escrituras, p.413-449, 2007.

DENZIN, N.; LINCOLN, Y. Introdução: A disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. *In: DENZIN, et al. O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 432p.

DIAS, M.A.; AMORIM, H.S.; BARROS, S.S. Produção de fotografias estroboscópicas sem lâmpada estroboscópica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 3, p.492-513, Dez. 2009.

EINSTEIN, A. *et al.* **A evolução da Física: o desenvolvimento das ideias desde os primitivos conceitos até a relatividade e aos quanta**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1943. p.9-37.

ELLIOTT, J. Teachers as researchers: implications for supervision and for teacher education. **Teaching & Teacher Education**, Amsterdam, v. 6, n.1, p.1-26, 1990.

ESTRELA, A. **Teoria e Prática de Observação de classes: uma estratégia de Formação de Professores**. Original publicado em 1994. 4.ed. Porto: Porto Editora, 2006. 479p.

FAGUNDES, T.C.S. **Avaliação do Ensino da Física: um compromisso com a aprendizagem**. Passo fundo: Editora UPF, 2002. 188p.

FENSHAM, P.J. **Defining an identity: the evolution of science education as a field of research**. London: Kluwer Academic Publishers, 2004. 247p.

FERREIRA, S.C.P.; ZIMMERMANN, E. Concepções sobre ciência e ensino de ciências de alunos da EJA. *In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE*

CIÊNCIAS (ENPEC). Florianópolis/SC. 2009. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

FINLEY, F. Por qué los Estudiantes tienen dificultades para aprender de los textos de ciencias. *In*: MINNICK, C.; ALVERMANN, D. (Comp.) **Una Didáctica de las ciencias: procesos y aplicaciones**. Tradução Isabel Sratta. Buenos Aires: Aique Editors, 1994. p. 59-69.

FISCHMAN, G.; SALES, S. Formação de professores e pedagogias críticas. É possível ir além das narrativas redentoras? **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 43, p.7-20. jan./abr. 2010.

FLICK, U. **Introducción a la investigación cualitativa**. 2. ed. Madrid: Ediciones Morata, 2004. 324p.

_____. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Obra original: *Managing Quality in Qualitative Research*. Sage Publications of London. 2008. Tradutor Roberto C. Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009, 196p.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de Ciências no primeiro grau**. 2. ed. São Paulo: Atual. 1987. cap. 5, 52-79.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA. UDESC. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física**. Joinville, 2009. Disponível em: <<http://www.udesc.br/>>. Acesso em: set, 2011.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. UFMS. **Boletim de Serviço**, Ano XXI, No. 4885. Setembro de 2010. Campo grande. Disponível em: <<http://www-nt.ufms.br/>>. Acesso em 15 de setembro de 2011.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. UFABC. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física**. Santo André, 2010. Disponível em: <<http://www.ufabc.edu.br/>>. Acesso em 15 de setembro de 2011.

GATTI, B. Formação do professor pesquisador para o ensino superior: desafios. *In*: BARBOSA, R. (Org.). **Trajetórias e perspectivas da formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

GEOGEBRA. *Software* de matemática, libre, para enseñar y aprender <www.geogebra.org/cms/pt_BR> Acesso: 01 de Junho de 2012

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. Original publicado em 1985. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008. 200p.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, Bauru, v.11, n.2, p.279-304, 2005.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Original publicado em 1988. Tradutor Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed Editora, 1997. 582p.

GOMEZ, M. J. **La investigación educativa: claves teóricas**. Madrid: Mc Graw Hill, 2007. 265p.

HAMBURGER, E.W. (Org.) **Ciências físicas no Brasil**. Estudos e pesquisas recentes/2005. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

HERTZ, H. **Principles of Mechanics, presented in a new form**. New York: Mc Millan & Co., 1899.

HOFSTEIN, A. Practical work and Science Education II. *In*: FENSHAM, P. (Ed.). **Development and dilemmas in Science Education**. Great Britain: The Falmer Press., 1988. chap. 10, p.189-217.

HÖTTECKE, D. Learning Physics with History and Philosophy of Science: on effective implementation strategies for an old approach in School Science Teaching In Europe. *In*: GARCIA, N.M.D. *et al.* (Org.). **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. São Paulo, Sociedade Brasileira de Física. 2010. p. 45-77.

IMAGEJ. *Free Software*. Image Processing and Analysis in Java.
<http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html> Acesso: 01 de Junho de 2012

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO. IFES. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física**. Cariacica, 2009. Disponível em: < <http://www.ifes.edu.br/> >. Acesso em: Ago, 2011.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO. IFRJ. **Programas de disciplinas Curso de Licenciatura em Física**. Nilópolis, 2007. Disponível em: < <http://www.ifrj.edu.br/> >. Acesso em: set. 2011.

KLEIN, J.T. Ensino Interdisciplinar: didática e teoria. *In*: FAZENDA, I. (Org.). 1998. **Didática e Interdisciplinariedade**. Sao Paulo, Editorial Papirus, 13 ed., 2007, p.109-132.

_____ **Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice**. Wayne State University Press: Detroit, 1990, 331p.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.14, n.1, p.85-93. 2000.

LONGHINI, M.D.; NARDI, R. A pesquisa sobre a prática como elemento na formação do professor: uma experiência envolvendo a formação inicial de professores de Física. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Tandil, Pcia de Buenos Aires, v. 2, n.1, p.69-83. Jul. 2007

LÜDKE, M. O Professor, seu saber e sua pesquisa. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXII, n.74, p.77-96. Abr. 2001.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 100p.

MARCELO, C. **Formação de professores para uma mudança educativa**. Portugal: Porto Editora, 1999. 271p.

MARTINS, A.F.P.; PACCA, J.L.A. O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gastón Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-34, 2005

MEGID Neto, J. Três décadas de pesquisas em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). *In*: NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, p.341-355, 2007.

MEYER, L. Los libros de texto de ciencias. ¿Son comprensibles? *In*: MINNICK, C.; ALVERMANN, D. (Comp.) **Una Didáctica de las ciencias**: procesos y aplicaciones. Tradução Isabel Sratta. Buenos Aires: Aique Editors, 1994. p. 70-87.

MIRANDA, M.G.; RESENDE, A.A. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 33 set./dez, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 224p.

NARDI, R. **A área de ensino de ciências no Brasil**: Fatores que determinaram sua Constituição e suas Características Segundo Pesquisadores Brasileiros. 2005. 170p. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2005.

NARDI, R.; ALMEIDA, M.J.P.M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Pro-Posições**, Campinas, v. 18, n. 1 (52) - jan./abr., 2007.

NETO, A.J. **Resolução de problemas em Física**: conceitos, processos e novas abordagens. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998. cap. 4, 191-255.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. *In*: NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa : Dom Quixote, 1992.

OSTERMANN, F. Conceitos de Física Quântica na formação de professores: Relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 1: p. 9-35, abr. 2005.

PESSOA JUNIOR, O. O problema da medição em mecânica quântica: um exame atualizado. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, série 3, v.2, n.2, p.177-217. Jul-Dez.1992.

PIETROCOLA, M. *et al.* **Física**. Volume 1. São Paulo: Editora FTD, 2011. p. 1, 68-69.

SANMARTÍ, N. **Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria**. Madrid: Síntesis Educación, 2002. 382p.

SANMARTÍ, N.; MARQUEZ, P.; GARCÍA, P. Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. **Aula de Innovación Educativa**, (*online*), La Rioja, n.113, 2002.

SÉRÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A. O papel da experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.20, n.1, p.30-42, abr. 2003

SEVERINO, A.J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinariedade: o saber como internacionalização da prática. *In: FAZENDA, I. (Org.). 1998. Didática e Interdisciplinariedade*. Sao Paulo, Editorial Papirus, 13 ed., 2007, p.31-44.

SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v.57, n.1, p. 1-22, 1987.

_____. Teacher Development: Roles of Domain Expertise and Pedagogical Knowledge. **Journal of Applied Developmental Psychology**, v.21, n.1, p. 129–135, 2000.

_____. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n.2. p. 4-14, 1986.

SILVA, B.V.C.E. **Controvérsias sobre a natureza da luz**: uma aplicação didática. 2010. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática., Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 180p. 2010.

SILVA, B.V.C.E.; MARTINS, A.F.P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v.5, n.2, p.71-91, 2010.

SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E. As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v.6, n.1, p.133-154. 2011.

SILVA, S.F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem nas aulas de física: as interações entre professor e alunos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, p. 21-47, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF). Disponível em: <
http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=298&Itemid=304>. Acesso em 20 de outubro de 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. Simpósio Nacional de Ensino de Física. SNEF. Disponível em: <
http://www.sbfisica.org.br/v1/index.php?option=com_content&view=article&id=270&Itemid=303>. Acesso em 20 de outubro de 2011.

SOLOMON, J. The Dilemma of Science, Technology and Society Education. *In: FENSHAM, P. (Ed.) Development and Dilemmas in Science Education*. Great Britain: The Falmer Press, 1988. chap. 13, p.266-281.

SOUZA, A.R. *et al.* Uso do GeoGebra para analisar o movimento harmônico simples por meio do pêndulo simples. *In: PIROLA, N.A. (Org.) Ensino de Ciências e Matemática IV*. Temas de investigação. São Paulo: Cultura Acadêmica/Editora UNESP, 2010. c. 9, p.175-203.

STARQUIZ. < <http://www.cosmicsoft.net/starQuiz/>> Acesso: 01 de Junho de 2012.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. 2. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2005. 317p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULHO DE MESQUITA FILHO. UNESP. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura Plena em Física**. Bauru, 2006. Disponível em: < <http://www.unesp.br/> >. Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. UFBA. **Ementário das disciplinas do Curso de Licenciatura em Física**. Salvador. Disponível em: < <http://www.portal.ufba.br/> >. Acesso em 05 de agosto de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS. UNIFAL. **Ementário e dinâmica curricular do Curso de Licenciatura em Física**. Alfenas, 2009. Disponível em: < <http://www.unifal-mg.edu.br/portal/> >. Acesso em: set. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. UFCG. **Estrutura curricular do Curso de Física na modalidade Licenciatura**, Cajazeiras, 2011. Disponível em: < <http://www.ufcg.edu.br/> >. Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. UFG. **Ementário das disciplinas do Curso de Licenciatura em Física**. Goiânia. Disponível em: < <http://www.ufg.br/> >. Acesso em 05 de agosto de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. UFMG. **Projeto Pedagógico do Curso de Física**: Licenciatura. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: < <http://www.ufmg.br/> >. Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS. UFPEL. **Fluxograma e matriz curricular**: Curso de Licenciatura em Física. Pelotas, 2006. Disponível em: < <http://www.ufpel.edu.br/> >. Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. UFPE. **Relatório Perfil Curricular**, Curso de Física-Licenciatura. Recife, 2008. Disponível em: < <http://www.ufpe.br/ufpenova/> >. Acesso em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS. UFAM. Instituto de Ciências Exatas. **Conteúdo Programático das disciplinas**: curso de Licenciatura em Física. Manaus. Disponível em: < <http://portal.ufam.edu.br/> >. Acesso em 05 de agosto de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. UFC. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Física**. Fortaleza, 2004. Disponível em: < <http://www.ufc.br/portal/> >>. Acesso em 05 de agosto de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. UFPR. **Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura Plena em Física**. Curitiba, 2010. Disponível em: < <http://www.ufpr.br/portalufpr/> >. Acesso em em 15 de setembro de 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. UFRN. **Projeto Político Pedagógico do Curso de Física**: Licenciatura e Bacharelado. Natal, 2005. Disponível em: < <http://www.sistemas.ufrn.br/portalufrn/PT/> >. Acesso em: set. 2011.

VIENNOT, L. **Reasoning in Physics. The part of common sense**. New York: Kluwer Academic Publisher, 2004. 229p.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências** (*online*), Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2003.

VIRTUAL DUB. *Software*, video capture/processing utility. Disponível em: <<http://www.virtualdub.org/index>>. Acesso em 01 de junho de 2012.

WIKIPEDIA. Enciclopédia *online* livre e gratuita. Disponível em: <[pt.wikipedia.org/wiki/movimento-\(física\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/movimento-(física))>. Acesso em 10 de junho de 2012.

XAVIER, C.; BENIGNO, B. **Física**. Volume 1. São Paulo: Editora FTD, 2010. p.1, 47-48.

ZEICHNER, K. Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. *In*: BARBOSA, R. (Org) **Formação de educadores: desafios e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A - OS “OBJETOS DE ESTUDO” DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, SEGUNDO PESQUISADORES BRASILEIROS

Neste estudo, optamos por perguntar aos pesquisadores em Ensino de Física sobre os “objetos de estudo” deste campo, numa tentativa de identificar algumas características que permitam organizar núcleos temáticos ou de conteúdos a serem ensinados numa disciplina de Didática da Física. De forma complementar, decidimos perguntar sobre os métodos de pesquisa e os principais referenciais teóricos, além de uma sucinta caracterização dos perfis profissionais, a fim de ampliar opções de compreensão das respostas à questão sobre os objetos de estudo. Tais perguntas foram feitas por meio de um questionário elaborado, especificamente, para cada pesquisador.

1. Busca do grupo de pesquisadores em Ensino de Física

O primeiro passo foi uma busca sistemática na Plataforma Lattes¹¹ do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), visando encontrar os pesquisadores da área de Ensino de Física no Brasil. Para tanto, fomos à procura dos Currículos Lattes, o que nos levou a escolher filtros de busca em dependência das opções oferecidas pelo aplicativo. Optamos, então, por definir a busca com os seguintes filtros: 1. Doutores; 2. Bolsistas de Produtividade do CNPq; 3. Grande área de Ciências Humanas; 4. Área de Educação.

Os dois primeiros filtros obedecem ao propósito de encontrar um grupo de pesquisadores, cuja trajetória e produção seja reconhecida e visível, sem querer dizer que os pesquisadores que não estão registrados neste aplicativo não sejam reconhecidos e importantes, mas sim que não estão presentes neste método de busca. Depois de fazer uma revisão geral e constatar que algumas pesquisas registradas na área de Ciências Exatas, com especialidade em Física, tratam de estudos de fenômenos físicos em si mesmos, mas não têm relação com conteúdos da Física, postos em âmbitos educacionais, optamos pelos filtros 3 e 4, visando refinar a busca de pesquisadores no campo do “Ensino de Física”.

Nessa busca, o aplicativo nos ofereceu um total de 741 pesquisadores na área de Ciências Humanas/Educação, mas encontramos alguns que não apareciam discriminados por campos de atuação (Ensino de Física, Química, Biologia, etc.), fato que nos levou a revisar cada um dos currículos, procurando aqueles que tivessem formação em Física, Ensino de Física e/ou afins, tanto na graduação, quanto na pós-graduação. Assim, constituímos um grupo de 36 pesquisadores que se ajustaram ao perfil apropriado para este estudo.

Tendo consciência de que alguns pesquisadores reconhecidos da área, provavelmente não estivessem inscritos como pesquisadores bolsista e produtividade no momento da busca, mas que têm produzido importantes contribuições na área, fizemos uma outra busca sistemática, dentro dos conferencistas convidados aos eventos acadêmicos: Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF, 2009 e 2011), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF, 2006 e 2008) e Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC, 2009 e 2011), em temas relacionados com o ensino e a aprendizagem da Física, nas últimas duas versões de cada evento. Esta busca ofereceu-nos 11 pesquisadores a mais, dos quais também procuramos os respectivos currículos Lattes, totalizando assim, um grupo de 47 pesquisadores.

¹¹ Sistema de informação do CNPq, disponibilizado publicamente por meio da internet, que integra bases de dados de Currículos, Grupos de pesquisa e Instituições relacionadas com a pesquisa.

De posse dos 47 currículos, fizemos uma análise minuciosa de cada um deles, objetivando encontrar aqueles que, além de sua formação no campo do Ensino da Física ou afins, tivessem produção específica para o Ensino e a Aprendizagem da Física. Encontramos, que a maioria deles declara linhas de pesquisa na área de Ensino de Ciências, mas só 24 têm produção específica para o Ensino da Física, sendo estes últimos, os pesquisadores de nosso interesse, uma vez que estamos procurando recursos que nos permitam caracterizar a “Didática da Física”.

2. Elaboração e aplicação dos questionários

A escolha do questionário, como técnica de coleta de informação, obedeceu às vantagens que oferece ao permitir contatar os pesquisadores pelo correio, estando eles localizados em diversos pontos do país e também ao permitir a resposta do mesmo em diferentes tempos, dependendo da disponibilidade do questionado.

Partimos do pressuposto de que o objetivo deste estudo é encontrar informações que contribuam para responder às questões de pesquisa, sobre possíveis conteúdos a serem ensinados na formação para o ensino da Física, bem como sobre as metodologias de ensino e referenciais teóricos mais apropriados, consideramos que os conteúdos estão relacionados com os resultados das pesquisas neste campo e as perspectivas desde as quais os pesquisadores assumem a pesquisa em “Ensino de Física”. Em consequência, elaboramos um questionário com seis questões, das quais duas foram fechadas, três foram dependentes e uma foi aberta.

No Quadro 1 apresentamos o conteúdo, objetivo, forma e tipologia das questões, embasando-nos na proposta teórica sobre elaboração de questionários apresentada por Gil (1985/2008, p.121), que reconhece a construção de questionários como um procedimento técnico que precisa de cuidados como a “constatação de sua eficácia para verificação dos objetivos; determinação da forma e do conteúdo das questões; quantidade e ordenação das questões; construção das alternativas; apresentação do questionário e pré-teste do questionário.”

QUADRO 1- Descrição do tipo de questões do questionário

	Conteúdo da questão	Objetivo	Forma/Tipo
1	Identificação da atividade profissional, por meio de dados como: e-mail, vínculo empregatício, formação acadêmica, área, grupo de pesquisa em que atua, função dentro do grupo e linhas de pesquisa.	Caracterizar a atividade profissional e mapear as possíveis linhas de pesquisa da área.	Fechada/ Questão sobre fatos
2	Identificação dos instrumentos e métodos de coleta e análise de dados para cada um dos projetos desenvolvidos por cada pesquisador e registrados no currículo, na última década.	Caracterizar o tipo de pesquisa que desenvolve.	Dependente/ Questão sobre padrão de ação.
3	Enquadramento das pesquisas nas áreas temáticas estabelecidas nos eventos acadêmicos EPEF e SNEF.	Detectar as tendências de tópicos de pesquisa no grupo de pesquisadores.	Fechada/ Questão sobre fatos
4	Identificação dos referenciais que fundamentam os resultados apresentados na produção bibliográfica da última década, com relação ao Ensino de Física.	Mapear os principais referenciais teóricos, nos quais se fundamentam as pesquisas	Dependente/ Questão sobre conhecimentos
5	Idem ao anterior, mas relacionando os artigos citados como referências.	Idem ao anterior	Idem ao anterior

	Conteúdo da questão	Objetivo	Forma/Tipo
6	Pergunta sobre o que os pesquisadores consideram ser os “objetos de pesquisa” da pesquisa em Ensino de Física.	Teorizar sobre o que os pesquisadores da área entendem sobre o que deve ser pesquisado neste campo	Aberta/ Questão sobre conhecimentos

Visando otimizar o tempo dedicado pelos pesquisadores para responder às primeiras cinco perguntas, fizemos um levantamento de informações explícitas em seus currículos Lattes e em cada diretório do grupo de pesquisa, preenchendo previamente as respostas de identificação profissional, de forma que ao receber o questionário, o pesquisador apenas confirmasse ou retificasse as informações.

A ordem das cinco primeiras questões foi decidida, visando que o pesquisador pensasse previamente sobre o tema tratado na questão seis: *Quais considera que são os “objetos de pesquisa” da Pesquisa em Ensino de Física?* Esta questão é diferente das anteriores em todos os aspectos. Ela é aberta e foi redigida procurando não sugerir respostas, possibilitando diversas interpretações, já que era de nosso interesse conhecer as diversas opiniões dos pesquisadores sobre um mesmo tópico (os objetos de estudo das pesquisas), razão pela qual a expressão “objetos de estudo” foi colocada entre aspas. Ver questionário no Apêndice E. (p.209)

Foram elaborados, inicialmente, dois questionários para aplicar um *pré-teste*, permitindo aperfeiçoar a linguagem das questões e também a forma de apresentá-las. Finalmente, foram elaborados os 24 questionários, que foram enviados pelo correio eletrônico e, simultaneamente, foram entregues pessoalmente para 13 dos 24 pesquisadores. No final, obtivemos resposta de 15 pesquisadores, quantia que consideramos positiva, por se tratar de aproximadamente 63% das opções possíveis da amostra.

A apresentação dos resultados a seguir não é feita na ordem das questões, mas com a informação girando em torno da análise textual discursiva, com base na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2007) elaborada sobre as respostas da questão seis. Por ser uma pergunta aberta, essa questão pode oferecer a possibilidade de interpretar ideologias que podem estar por trás das respostas. Esta análise foi complementada com os resultados obtidos da análise de conteúdo das questões um à cinco, na perspectiva de Bardin (1977/2002).

3. Maneiras de entender os “objetos de pesquisa” na pesquisa em Ensino de Física

O texto a ser analisado foi produzido com o conjunto de respostas obtidas dos pesquisadores à questão: *Quais considera que são os “objetos de pesquisa” da Pesquisa em Ensino de Física?* Dentre os fatores que incidem nas condições de produção das respostas, vale ressaltar:

- o fato de todos os questionados serem detentores de um saber científico, enquanto pesquisadores, o que permite caracterizar o conjunto de respostas como um *discurso científico*;
- o fato de ter colocado esta questão depois de cinco questões, levando o pesquisador a lembrar rapidamente de suas produções científicas, focando as ideias no campo da *pesquisa em Ensino de Física*;
- o fato de ser uma resposta escrita e não oral, o que limita a linguagem e obriga, de certo modo, a elaborar *respostas curtas* que certamente representam suas ideologias, mas que não podem ser tomadas como completas, uma vez que os pesquisadores teriam muito mais a falar, se fossem pedidas explicações ou ampliações, e;

- o fato de a questão conter aspas na expressão “*objetos de pesquisa*” que, de um lado coloca a ênfase neste aspecto e de outro, indica que o significado desta expressão deve ser decifrado pelo pesquisador ou, pelo menos, pode ser interpretado de diversas formas, a fim de não orientar uma determinada resposta.

Para analisar as respostas, conformamos o texto, a partir de quatorze de quinze delas, (já que um dos pesquisadores não respondeu a questão), indo em busca das *pressuposições* e das *polêmicas*, entendendo as pressuposições como aquelas idéias, que não se assumem explicitamente, mas que estão representadas no enunciado da resposta e as polêmicas, a partir das negações ou reflexões colocadas.

Identificamos aí uma diversidade de ideias, ao constatar que praticamente todas as respostas podem ser interpretadas de formas diferenciadas. Porém, também encontramos que eram possíveis de ser agrupadas em quatro sentidos. O primeiro, considera “objetos de pesquisa” gerais que se desdobram em objetos específicos. No segundo, existem múltiplos objetos que se agrupam em diversas categorias. No terceiro, os objetos podem ser listados como um conjunto definido de aspectos. No quarto, a pergunta pelos “objetos de pesquisa” não é possível de ser respondida, sem que, necessariamente, alguns sentidos sejam opostos aos outros, mas que, às vezes se juntam e às vezes se distanciam.

Para citar as respostas textuais dos pesquisadores, utilizaremos o código (P) seguido de um número que foi outorgado aleatoriamente. Por exemplo, na fala do pesquisador dois (P2) distingue-se, **o primeiro sentido**, segundo o qual existem objetos gerais e objetos específicos. Salientamos que estamos apresentando as respostas dos pesquisadores na íntegra e tal como foi redigido por eles.

P2: Os “objetos de pesquisa” da Pesquisa em Ensino de Física acabaram por se espalhar, de certo modo, nas áreas temáticas nas quais as pesquisas têm, historicamente, sido agrupadas. Assim, a Formação do Professor de Física, grosso modo, poderia ser considerada um “objeto de pesquisa”, assim como os Currículos ou a Avaliação. Em minha opinião, tais “objetos de pesquisa” poderiam ser desdobrados, porém, em objetos de pesquisa mais específicos, tais como (num primeiro nível, para Formação de Professores, p.ex.): formação inicial, continuada, a distância, em espaços não formais etc.

Outro grande “objeto de pesquisa” da Pesquisa em Ensino de Física é o próprio processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos, mediatizado pelos conteúdos da Física. Também aqui existem desdobramentos (objetos de pesquisa mais específicos), como p.ex.: o papel da linguagem no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos; o papel da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de conceitos científicos; o papel das TICs etc. Acrescentaria a esses a própria teoria do conhecimento científico (epistemologia) como um grande objeto de pesquisa, que também poderia se desdobrar em objetos mais específicos, tais como: o papel da História da Ciência no Ensino de Física, a compreensão pública da ciência, entre outros.

Desse enunciado, deduzimos o pressuposto de que os objetos de pesquisa são de diversas naturezas. Eles podem tratar de contextos, processos e teorias do conhecimento. Contextos, quando o sujeito fala em “formação de professores”; processos, quando fala em “ensino-aprendizagem de conceitos científicos”, estando estes processos presentes nos diversos contextos; teoria do conhecimento científico, quando fala em “formas de tratar os conteúdos”, por exemplo, a partir da História da Ciência, para alimentar os processos. Sendo que cada um destes tipos de objetos de pesquisa, contém objetos específicos, que permitem se especializar em sub-temas.

Nesse sentido, enquadrámos também o P6, P9 e P12 que, embora não classifiquem os objetos em gerais e específicos, falam dos objetos como sujeitos e relações entre sujeitos mediados

pelo conteúdo, em determinados contextos escolares, em concordância com as naturezas dos “objetos” do depoimento anterior.

P6: Estudantes, professores, relações entre estudantes e professores, relações entre estudantes professores e conteúdos, conteúdos científicos e meta-científicos ensinados, escola, espaços não formais, materiais didáticos, mediadores em espaços não formais, entre outros.

P9: São todos os envolvidos na educação formal e não formal (alunos, professores de todos os níveis, mediadores em museus e centros de ciência etc.), suas ações educativas, seus ambientes de trabalho, suas relações com outros no contexto em que trabalham e com o contexto mais amplo e também os materiais de ensino e de divulgação do conhecimento científico.

P12: - Processos cognitivos situados em ambientes formais e não formais de ensino de Física/ciências; - Desenvolvimento de linguagens e de dispositivos Didáticos de ensino de física/ciências; - Procedimentos discursivos de apropriação e de circulação do conhecimento físico/científico; - Processo epistemológico e ontológico de construção, e circulação do conhecimento físico/científico; - Modelização de dispositivos pedagógicos para situações culturais e de educação popular.

O **segundo sentido** não descreve os objetos em relação a sua natureza, mas agrupando-os em áreas temáticas que contêm os tipos de pesquisa desenvolvidos na área. Isso coincide com a perspectiva anterior, no sentido de que certamente são múltiplos os objetos de pesquisa, mas não considera alguns objetos gerais que contêm objetos específicos, senão campos que representam interesses comuns no interior da comunidade acadêmica da área. Note-se como os pesquisadores P13 e P14, descrevem conjuntos de áreas temáticas, mas com diferentes critérios. Para P13 são as áreas temáticas dos eventos acadêmicos; para P14, tem a ver com a característica interdisciplinar da área,

P 13: As mesmas áreas temáticas do EPEF.(Encontro de Pesquisa em Ensino de Física). As quais são: - Ensino/ Aprendizagem/ Avaliação em Física; - Formação e prática profissional de professores de Física; - Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física; - Física e Comunicação em práticas educativas formais, informais e não-formais; Linguagem e cognição no Ensino de Física; Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de física; Didática, Currículo e inovação educacional no ensino de física; - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o ensino de Física; - Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física; - Questões teórico-metodológicas da pesquisa em Ensino de Física.

P14: O Ensino de Física, sendo uma área inerentemente multidisciplinar, aborda uma ampla variedade de temas dentre os quais, pode-se citar: - Questões teórico-metodológicas na Pesquisa em Ensino de Física; - Inovação educacional no ensino de Física (entre outras); - Pesquisa sobre integração de tecnologias no Ensino de Física; - Pesquisa sobre Práticas educativas em Física em espaços formais e não-formais de Educação; - Pesquisa sobre a integração de Experimentos na Sala de Aula; - A Avaliação do Ensino e da Aprendizagem em Física; - Formação Inicial e Continuada do Profissional em Física; - História, Filosofia e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física.

A principal diferença em relação ao sentido anterior é que, quando se fala em objetos gerais que se desdobram, dá-se a ideia de que os problemas específicos dependem, necessariamente, de um problema geral e oferecem pequenas soluções que vão contribuir para um grande propósito. Entretanto, quando se fala em áreas temáticas, que englobam interesses de pesquisa, esses diversos interesses podem não estar necessariamente ligados entre si.

O *terceiro sentido* fala de problemas específicos em relação a seus próprios campos de atuação. Embora se possa dizer que se encaixam dentro das áreas temáticas já mencionadas nos dois grupos anteriores, interpretamos as respostas com sentidos diferentes, ao perceber que os pesquisadores, ou não se sentem “autorizados” para falar de objetos de pesquisa em outros campos ou entendem que os objetos de pesquisa de seus campos são aplicáveis aos demais campos ou áreas temáticas.

Nesta perspectiva os pesquisadores P11, P15, P7 e P1 falam das pesquisas que desenvolveram na área temática na qual atuam, como por exemplo, formação de professores, inclusão ou desenvolvimento de sequências de atividades para o ensino da Física, em nível médio ou universitário.

P11: Na área de Formação de Professores: - concepções de educadores e de educandos, -planejamento e controle da aprendizagem, -gestão do trabalho pedagógico, -resultados de ações pedagógicas.

P15: Alguns objetos (os que tenho atuado): -Melhoria da prática pedagógica do professor, -Na formação inicial, -Na formação continuada

Nesse caso os pesquisadores, referem-se a área temática de formação de professores, com descritores diferenciados: P11 fala em alguns aspectos do aprendizado pedagógico dos futuros professores, entendendo que os aspectos da formação de professores atravessam todos os níveis de formação neste campo; entretanto, P15 foca o problema na melhoria da prática pedagógica, mas diferenciando entre formação inicial e continuada.

De outro lado, P7 e P1 referem-se à área de Ensino e Aprendizagem da Física; P7 fala na transposição Didática, como o grande objeto de pesquisa, com as suas consequências em termos de processos de comunicação em sala de aula; P1 fala em diversos aspectos, como sequências de atividades para o ensino, aspectos curriculares e aspectos de interação em sala de aula.

P7: Creio que o grande objeto de pesquisa do ensino de física é a questão da transposição didática e a criação de analogias e metáforas para realizar tal transposição. A temática da inclusão é transversal, perpassando e contribuindo para uma reflexão acerca da transposição didática e da criação de metáforas e analogias mais significativas para o ensino de física de todos os alunos. De forma implícita, a comunicação ou criação de situações acessíveis de comunicação é um objeto de pesquisa do ensino de física.

P1:-Desenvolvimento, implementação e validações de sequências de ensino-aprendizagem (TLS); -Design-based-research (DBR); Inovação curricular e tópicos de Física moderna e contemporânea no ensino médio; Fatores docentes; -Motivação e relações com o saber; Representação multimodal.

O *quarto sentido* entra em conflito com a questão em si, uma vez que discute a própria possibilidade de listar “objetos de pesquisa”. P8 e P10 sentem-se impedidos de responder a questão, anunciando que não existe uma resposta, uma vez que os objetos de estudo relacionam-se com as pesquisas de todos os pesquisadores da área, o que é difícil de listar, ou, pelo menos, são inúmeros.

P8: São inúmeros, desde os sujeitos de pesquisa (alunos, professores, formuladores de políticas públicas) passando por currículos, escolas, espaços não-formais, etc

P10: A resposta inclui um número muito grande de itens, se consideradas as pesquisas de todos os pesquisadores da área, o que inclusive é difícil de estabelecer. Acredito que a tentativa de responder essa questão, por si já pode constituir uma tese.

De outro lado P4 respondeu;

P4: Pesquisa não é coleta ou levantamento de dados. Toda pesquisa se baseia numa teoria/ problema.

Nesse último caso, interpretamos que a pergunta pelos “objetos de pesquisa”, possivelmente, gerou-lhe um desconforto ao entender que tais objetos podem estar sendo entendidos como as fontes de informação ou os modos de coletar um conjunto de dados e, portanto, chama a atenção sobre o fato de que a pesquisa vai além da coleta ou levantamento de dados, precisando uma teoria e um problema, o que pode significar que a questão estaria melhor formulada se perguntássemos pelos problemas a serem resolvidos com a pesquisa.

Neste mesmo sentido, interpretamos a resposta do P5:

P5: Não entendi essa questão.

Significa que, para ele, é uma questão confusa. Perguntar pelos “objetos de pesquisa” da pesquisa em Ensino de Física pode não fazer sentido. Provavelmente faria mais sentido falar dos processos de pesquisa ou os problemas que se resolvem com a pesquisa.

Visando integrar os quatro sentidos, concluímos, em primeiro lugar, que é difícil dar uma resposta a esta questão, uma vez que os “objetos de pesquisa” da pesquisa em Ensino de Física são múltiplos, não definidos explicitamente e tendem a aumentar, na medida em que aumenta a pesquisa na área, a qual depende dos interesses dos pesquisadores que, por sua vez, dependem da formação, das condições de pesquisa, dos campos de atuação e das visões de Ciência e ensino de Ciências.

Apesar disso, é possível descrever três núcleos inter-relacionados, que podem englobar conjuntos de “objetos de estudo”.

O primeiro núcleo trata-se dos diversos contextos onde são estudados os problemas de ensino e aprendizagem da Física: níveis educacionais fundamental, médio, universitário e pós-universitário, em condições formais e informais, para estudantes regulares e especiais.

O segundo núcleo trata-se dos objetivos de ensinar Física: ensinar para que o aluno aprenda a Física, para que se forme um cidadão, por meio do aprendizado da Física, para que se forme como professor de Física ou como profissional de outras áreas, o que tem a ver também com organizações curriculares e posições ou visões políticas do ensino de Física.

O terceiro núcleo trata-se da pesquisa nos processos de ensino e aprendizagem em si mesmos, com foco: nos processos cognitivos de professores e estudantes, a comunicação em sala de aula, o planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas, a criação de dispositivos didáticos, o uso de recursos como laboratórios e tecnologias, a relação professor/estudante/conteúdos, a divulgação científica, a transposição didática, entre outros.

Para entender mais um pouco o porquê desse resultado, apresentamos a seguir as características profissionais dos pesquisadores estudados, um estudo sobre os tipos de pesquisa que desenvolveram e os principais tipos de referenciais que costumam utilizar.

4. Características profissionais, campos e problemas de pesquisa

A amostra de pesquisadores pode ser considerada representativa da pesquisa em Ensino de Física no país, uma vez que os sujeitos possuem, atualmente, vínculos empregatícios em universidades públicas dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Espírito Santo.

Ao comparar a formação acadêmica dos sujeitos, encontramos uma grande diversidade de combinações entre a formação inicial, o mestrado, o doutorado e o pós doutorado, representado no Quadro 2, sendo opção mais comum, a formação de Licenciado em Física, com mestrado em Ensino de Ciências e doutorado em Educação.

QUADRO 2- Opções de combinações de formação acadêmica dos pesquisadores em Ensino de Física

Graduação	Mestrado	Doutorado	Pós doutorado/ teses livre docência
- Licenciatura em Física. - Bacharel/Física - Engenharia	- Ensino de Ciências, - Ensino de Física - Física - Psicologia - Educação	- Educação - Física - Ensino de Física - Ciências - Didática das ciências - Ensino de Ciências	Principalmente ligados às linhas de pesquisa

Fonte: os autores

Encontramos que 80% dos pesquisadores são líderes de seus grupos de pesquisa e os 20% restantes são pesquisadores em mais de um grupo de pesquisa. No total, os pesquisadores atuam em 19 grupos de pesquisa, todos reconhecidos pelo CNPq. Este fato garante a seriedade e o impacto das pesquisas realizadas por eles.

A formação acadêmica e o pertencimento aos diferentes grupos de investigação em diferentes universidades já anuncia uma diversidade de perspectivas que ocorre neste campo, situação que verificamos ao mapear as linhas de pesquisa. Nesta fase, encontramos que a quantidade de linhas, por cada pesquisador, varia entre duas e quatorze, resultando em 65 linhas de pesquisa diferentes, sendo que a maioria delas não são, exclusivamente, do Ensino da Física, mas da área geral de Ensino de Ciências em diversos contextos e para diversas problemáticas. (Ver listado de linhas de pesquisa no Apêndice F, p. 211)

Objetivando descrever as 65 linhas de pesquisa de forma condensada, analisamos os conteúdos dos títulos, tentando encontrar padrões. Encontramos que o campo de investigação das linhas de pesquisa é principalmente no Ensino e aprendizagem das Ciências Naturais e Matemáticas, ou Ensino específico da Física, nos níveis fundamental, médio; de formação inicial e continuada de professores, em espaços formais, com estudantes regulares e educação presencial. Com menor frequência encontram-se opções pelo ensino em espaços não formais, ou para estudantes com deficiência visual, auditiva e de aprendizagem, como também, estudantes em idade extra-escolar ou educação a distância.

Trabalha-se em torno de problemas como: estudos de experiências de aula, desenvolvimentos teóricos da didática, transposição didática, mudança conceitual, modelos psico-pedagógicos, construtivismo, uso de referenciais epistemológicos, uso de referenciais semióticos, cognição, discurso, subjetividade, comunicação, perspectiva sociocultural da Física, relação entre educação/ciência/tecnologia, relação entre informação/ciência/tecnologia, questões sócio-científicas, história dos conceitos das ciências, estratégias de ensino a partir da História e a Filosofia, relação educação/internet, modelagem e uso de recursos tecnológicos.

Esse resultado concorda com o que observamos na questão três, em que foi solicitado para os pesquisadores indicarem as áreas temáticas, nas quais inscrevem suas pesquisas, apresentando-lhes as opções de temáticas estabelecidas nos eventos acadêmicos EPEF e SNEF, informação descrita na Tabela 1.

Note-se que a maioria se enquadra dentro das duas primeiras áreas temáticas relacionadas: “ensino/aprendizagem/avaliação em Física” e “Formação e prática profissional de professores de Física” e que 26% dos pesquisadores mencionam outras áreas temáticas, indicando uma tendência de ampliação das especializações em problemas e campos restritos.

TABELA 1 - Porcentagem de pesquisadores que se inscrevem nas áreas temáticas de pesquisa em Ensino de Física

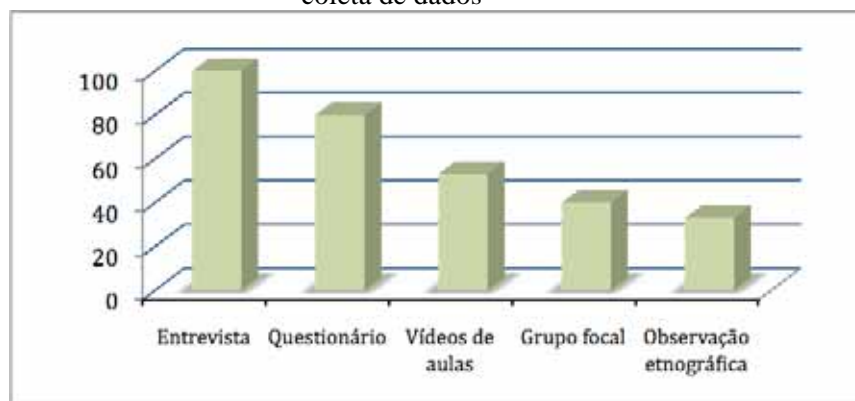
Áreas temáticas de pesquisa em ensino de Física	% pesquis.
Ensino/ Aprendizagem/ Avaliação em Física	80
Formação e prática profissional de professores de Física	80
Linguagem e cognição no Ensino de Física	73
Didática, Currículo e inovação educacional no ensino de física	60
Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física	47
Questões teórico-metodológicas da pesquisa em Ensino de Física	40
Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o ensino de Física	26
Física e Comunicação em práticas educativas formais, informais e não-formais	26
Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de física	20
Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física	20
Outras: - Ensino de Ciências em espaços não-formais - Inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais no ensino de ciências/física	26

Fonte: os autores

5. Instrumentos de coleta de dados e métodos de análise utilizados pelos pesquisadores

Ao olharmos para os dados obtidos, encontramos a pesquisa qualitativa como principal abordagem de investigação, sendo a entrevista o instrumento mais utilizado em suas diversas modalidades: estruturada, semi-estruturada, aberta, individual e coletiva; seguido do uso do questionário aberto e fechado, vídeo gravações de aula, estudos de grupo focal e observação etnográfica. (porcentagens de frequência apresentadas no Gráfico 1).

GRÁFICO 1 - Porcentagem de pesquisadores que utilizam os instrumentos mais comuns para coleta de dados



Fonte: os autores

Aclarando que cada pesquisador utiliza vários instrumentos, simultaneamente, em função dos temas de pesquisa de seus orientandos. Alguns dos pesquisadores mencionaram outros instrumentos, além daqueles citados no gráfico 1, tais como: textos escritos e imagéticos, produzidos a partir de estudos documentais, relatórios de eventos, comunicações, registros escritos dos participantes, vídeo (gravações de reuniões) e diários.

As formas de entender a pesquisa, constituir e analisar dados, dependem muito do instrumento e do problema de estudo. Além disso, vários métodos podem ser utilizados para analisar dados obtidos, a partir de um mesmo tipo de instrumento. Sendo assim, não é possível falar de métodos mais ou menos frequentes, mas das diferentes opções possíveis mencionadas pelos pesquisadores. Pesquisa qualitativa, a partir da Análise de Conteúdo, uma

vez que a coleta de dados geralmente permite a construção de textos, mas estes textos também podem ser analisados e constituídos a partir da perspectiva da Análise de Discurso, com diversos dispositivos de análise ou ainda por meio da Análise Textual Discursiva.

Já para a constituição de dados que representam frequências ou ausências e que possibilitam contagens, utilizam-se métodos de análises estatísticas, que permitem tanto resultados quantitativos, quanto qualitativos, utilizando desde técnicas descritivas analíticas até o uso de softwares especializados, que permitem obter conclusões qualitativas. Ao menos a metade dos pesquisadores menciona a triangulação ou comparação de dados qualitativos e quantitativos como método de análise. Também encontramos o uso de análise multimodal, aplicado a dados obtidos a partir de gravações de vídeo, que permite estudar as diversas formas de expressão dos pesquisados.

Esta breve descrição evidencia uma área complexa com múltiplos desdobramentos, se pensarmos na combinação de cada um dos campos com cada um dos problemas relacionados anteriormente e a partir de diversas formas de constituição e análise de dados. Tal situação nos leva a ressaltar o grande desafio na hora de decidir o que ensinar para formar professores e pesquisadores da área, se considerarmos que, na condição de professores universitários, devemos utilizar os conhecimentos produzidos para a formação de professores. Como também os conhecimentos produzidos para o ensino fundamental e médio, já que é esse o público que os futuros professores atenderão, sendo que tanto na formação de professores, quanto na formação de crianças e jovens é preciso abordar as diferentes problemáticas, procurando a formação integral.

6. Principais referenciais utilizados pelos pesquisadores

Para a elaboração das questões quatro e cinco, procuramos a produção de artigos de cada um dos pesquisadores, a partir do ano 2000 e selecionamos aqueles que no título, resumo e conclusões fosse possível evidenciar um trabalho sobre o Ensino e a Aprendizagem da Física. Em seguida, foram destacados os referenciais do conjunto de artigos de cada pesquisador, a partir dos quais, elaboramos uma lista de referenciais que foram discriminados entre referenciais a partir de livros, e referenciais a partir de artigos.

Assim, foi pedido para os pesquisadores marcarem com (x) aquelas referências utilizadas com maior frequência e/ou que considera de maior importância na fundamentação de suas pesquisas para o Ensino de Física. Este procedimento teve o objetivo de ampliar as possibilidades de resposta dos pesquisadores ao lembrar-lhes de todos os referenciais citados. E, ao mesmo tempo, limitar suas respostas apenas ao que se relaciona com suas pesquisas em Ensino de Física, além de comparar o uso de artigos e livros usados como referenciais.

Para a análise da informação, retiramos aqueles referenciais indicados por cada pesquisador e os juntamos numa lista só de artigos e uma lista só de livros, a fim de analisar cada um destes conjuntos, dado que não pretendemos comparar os referenciais usados por uns ou outros pesquisadores, mas constituir um texto a partir do qual possam emergir categorias que falem dos campos ou disciplinas consultadas, em geral, para fundamentar a pesquisa nesta área.

Dada a quantidade de informação, (são 15 pesquisadores cada um com uma média de 20 referenciais selecionados), analisamos o texto utilizando o software “Atlas.ti”, o qual é especializado para estudos qualitativos de materiais extensos. Depois de analisar o sentido do título e os autores das referências mencionadas pelos pesquisadores, fomos ver as ideias gerais que os pesquisadores defendem ao se fundamentar em tais referenciais. Assim, fomos criando categorias e famílias de categorias de referenciais teóricos. (Ver a lista detalhada no Apêndice G, p. 213)

O resultado ofereceu quatro famílias de categorias, cuja descrição geral é apresentada na Tabela 2;

Família 1. Ensino de Ciências/Física, com as categorias: Construtivismo; Física; Física moderna no nível médio; Fundamentos da área de Ensino de Ciências; História e Filosofia no ensino; Inclusão; Interação em sala de aula; Modelos, Representações e Analogias; Perspectiva sócio cultural; Pré-concepções; Uso de TICs; Visões de natureza de ciência; Espaços não formais; Tendências metodológicas de ensino e aprendizagem.

Família 2. Saberes Interdisciplinares que servem ao Ensino de Ciências, com as categorias: Educação; Ensino de Matemáticas; Filosofia e Epistemologia; História; Linguagem; Psicologia da Aprendizagem; Sociologia.

Família 3. Formação de professores, com as categorias: Formação continuada; Formação inicial; Teoria da profissão docente.

Família 4. Modalidades de pesquisa, com as categorias: Pesquisa qualitativa; Perspectivas de desenvolvimento da pesquisa.

TABELA 2 - Relação das quatro famílias de categorias organizadas a partir dos principais referenciais considerados por um grupo de pesquisadores de Ensino de Física no Brasil, indicando os referenciais a partir de livros e de artigos para cada uma das categorias

Família 1. Ensino de Ciências/Física

CATEGORIA	REFERENCIAIS A PARTIR DE LIVROS	REFERENCIAIS A PARTIR DE ARTIGOS
Construtivismo	Perspectiva construtivista no ensino de Ciências e matemáticas por Wheatley.	Análise sobre a implementação do construtivismo e experiências em ensino de Ciências desde a perspectiva construtivista com Duschl; Ferracioli; Gil <i>et al</i> ; Mortimer; Ogborn; Wheatley.
Física	Livros originais produzidos pelos físicos, como Heisenberg, Faraday, ou estudos histórico filosóficos, como os de Pessoa. Jr.	Estudos sobre a obra de Newton, com Martins e Silva. Estudos sobre tópicos de Física moderna, bem como tratamentos históricos, epistemológicos ou experimentais, com Adams, Degiorgio, Galvez, Pessoa Jr. e Scarani. Revisões de originais como o de Huygens sobre o tratado da luz.
Física Moderna no nível Médio		Propostas de ensino de Física moderna em níveis básicos com Muller e Wiesner; Ostermann; Ricci; Santos, Sampaio e Ferracioli.
Fundamentos da área de Ensino Ciências	A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil por Santos e Greca.	Estudos sobre os fundamentos e a constituição da área de Ensino de Ciências com Carvalho; Nardi e Almeida; Osterman e Moreira; Izquierdo e Aduriz; Kirschner.
História e Filosofia no ensino	O papel da História e a Filosofia no ensino de Ciências, por Matthews.	Experiências de ensino de Ciências, a partir do uso de recursos trazidos da História e a Filosofia das Ciências, com autores como: Baptista e Ferracioli; Gil; Gircoreano e Pacca; Lochhead e Dufresne; Siegel; Peduzzi; Zanotello; Marcelo e Almeida. Estudos sobre o estado desta tendência por Martins; Matthews; Mellado e Carracedo.
Inclusão		Ensino de Física para portadores de deficiência visual por Camargo, Nardi, e Veraszto; Dickman e Ferreira; Linn e Thier; Masini; Sevilla; Silva. Multiculturalidade em sala de aula por Mortimer.
Interação em Sala de Aula	A comunicação em sala de aula, por Almeida, Souza, Silva. A argumentação por Buty e Plantin; Capecchi e Carvalho. A linguagem em sala de aula por Kress <i>et al</i> . Didática multisensorial das ciências por Soler. Ensino de Física no nível fundamental, por Carvalho. A mudança conceptual por Santos. A experimentação no ensino por Bouda e Weil.	Aspectos como a linguagem e os discursos de professores e estudantes, por Mortimer em diversas produções; Britner e Pajares; Almeida; Cachapuz, Duarte e Rezende; Baird e Fensham; Roth e Lawless; A argumentação e as explicações no processo de ensino por Driver, Newton e Osborne; Capecchi e Carvalho; Jimenez e Agraso; Vieira e Nascimento; Villani e Nascimento. Dinâmicas de grupo por Barros e Villani.
Modelos, Representações e Analogias		Modelos e modelagem como estratégia de ensino da Física por: Aduriz e Morales; Borges; Coll, France e Taylor; Greca e Moreira; Van Driel e Verloop. Uso de analogias em diversos tópicos da Física por: Dagher; Duarte; Duit; Grant; Silva e Terrazzan. Estudos sobre as representações de conceitos científicos, por: Prain; Waldrip; Tyler, Prain e Peterson; Vitale, Beguin e Gurtner.

CATEGORIA	REFERENCIAIS A PARTIR DE LIVROS	REFERENCIAIS A PARTIR DE ARTIGOS
Perspectiva Sociocultural		Processos de ensino de Ciências a partir do desenvolvimento de processos sociais e culturais, com Carvalho; Carter; Lemke; Mortimer; Pereira, Osterman e Cavalcanti; Solomon, Black e Stuart
Pré-concepções	O raciocínio espontâneo dos estudantes sobre diversos conceitos físicos por Viennot.	Autores que teorizam sobre a presença das preconcepções nos estudantes e a importância de considerá-las nos processos de ensino e aprendizagem com autores como Driver; Aikenhead e Ryan; Viennot e Kaminski; Mariani e Ogborn; Carrascosa; Pacca e Villani. Tem outro grupo que desenvolve propostas de ensino de tópicos específicos da Física (movimento, eletricidade, óptica, teoria quântica, experimentação), partindo das preconcepções, tais como, Pessoa Jr.; Montenegro; La Rosa et al; Halloun e Hestenes; Villani e Pacca; Viennot; Caramaza, Mc Closkey e Green; Lubben e Millar; Buffler e Allie; Lubben; Campbell; Allie et al.
Uso de TICs	Introdução de simuladores por Roberts <i>et al.</i>	O ensino de Física em ambientes virtuais ou por meio de ferramentas da informática, por Camiletti e Ferraciolli; Osterman; Smollech; Katelhut.
Visões Natureza de Ciência Espaços não formais	A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências com Nascimento. Educação em museus, por Cazelli, Marandino e Studart. Espaços fora da escola por Falk, ou em ambientes informais, por Ash, Klein.	As visões de natureza de Ciências e seu impacto nas metodologias de ensino, por Aduriz; Fernandez; Gil; Lederman; Mc Comas.
Tendências metodológicas de ensino e aprendizagem	O erro como meio para o ensino por Astolfi. Ensino por pesquisa por Carvalho; Garrido e Carvalho. Aprender e ensinar ciências, por Pozo e Gomez. Metodologias de ensino de Física, por Pietrocola, Garcia e Garcia. Mudança conceitual em sala de aula, por Santos. A proposta de transposição didática de Chevallard.	

Família 2. Saberes Interdisciplinares que servem ao Ensino de Ciências

CATEGORIA	REFERENCIAIS A PARTIR DE LIVROS	REFERENCIAIS A PARTIR DE ARTIGOS
Educação.	Estudos sobre as práticas educativas, por Zabala. Reformas educativas ou tendências educativas, por Perez e Hans. Teorias para a educação, por Carr. Estudos sobre o currículo, por Stenhouse.	A compreensão do fazer pedagógico, por Almeida. Estudos sobre o currículo por Braun; Ferracioli. Avaliação na escola, por Lacueva. Educação e emancipação, por Muhl. O pensamento crítico como uma educação ideal, por Siegel.
Ensino de Matemáticas		A compreensão de problemas no aprendizado das matemáticas, por Duval. Análises das representações ou a linguagem em matemáticas, por Radford e Roth.
Filosofia e Epistemologia.	Filosofia e Epistemologia das Ciências, por Bachelard; Kuhn; Duschli; Chalmers. Filosofia da Física, por Heisenberg; Jammer. Estudos sobre o conhecimento, por Lakatos.	Estudos sobre a filosofia das Ciências, por Abimbola; Hesse; Robin. Estudos sobre Bachelard, por Good e Lopes.
História.	A História do pensamento científico, por Koyre. Estudos históricos sobre tópicos específicos da Física, como óptica, por Cantor, eletricidade com Heilbron, eletrodinâmica por Darrigol, ou teorias da luz por Buchwald.	A História da Ciência, por Pumfrey; Brush; Allchin. História da Física por Martins; Stinner.
Linguagem	Estudos sobre o marxismo e filosofia da linguagem por Bakhtin. Estudos sobre comunicação, por Dimbleby; Burton; Martino. A argumentação, por Toulmin; Breton; Perelman; Olbrechts; Plantin; Van Eemeren. Os discursos em ambientes educacionais, por Bronckart. Estudos de semiótica, por Duval; Eco; Lemke. A relação entre pensamento e linguagem, por Luria. A relação entre linguagem e o tratamento de conceitos científicos, por: Mortimer; Vigotsky.	
Psicologia da aprendizagem	O autor mais citado é Vigotsky, com diferentes trabalhos sobre a formação social da mente e a construção do pensamento e da linguagem; seguido da obra de Piaget sobre o desenvolvimento do pensamento e a relação entre aprendizagem e conhecimento. Leontiev com a teoria do desenvolvimento da psique infantil; Novak com as teorias de aprendendo a aprender; Johnson-Laird com a teoria dos Modelos mentais; as imagens mentais por Bajo, Cañas; estudos das implicações da teoria de Piaget com Kamii e Taille.	Estudos sobre como aprendem as crianças, por Vosniadou e Schommer. Estudos sobre a mudança conceitual, por Posner; Pintrich, Marx e Boyle; Vosniadou. Uso de mapas conceituais, por Novak, Gowin e Johansen. Estudos de psicologia do comportamento, por Bandura; Frick.
Sociologia	Principalmente Freire com todas suas obras sobre a emancipação e Habermas com a teoria da ação comunicativa.	

Família 3. Formação de professores

CATEGORIA	REFERENCIAIS A PARTIR DE LIVROS	REFERENCIAIS A PARTIR DE ARTIGOS
Formação continuada	Estudos do professor em exercício e as possibilidades de transformação por meio da pesquisa, por Mizukami. Estudos sobre a boa prática do professor, por Cunha.	Estudos sobre os professores em exercício nos diferentes níveis de ensino ou práticas de formação continuada, por Rezende e Osterman; Adams; Enochs; Kagan; Levitt; Osterman; Pajares; Palmer; Riggs; Villani.
Formação inicial	Propostas de formação de professores, por Carvalho e Gil; Contreras e Inbernon.	Experiências na formação inicial de professores, estudando aspectos como a argumentação, a explicação, o uso de experimentos virtuais, o professor reflexivo e práticas docentes, com autores como Nascimento, Plantin e Vieira; Osterman e Ferreira; Osterman e Ricci; Queiroz; Mellado; Osterman e Moreira.
Teoria da profissão docente	Formação de professores como profissionais reflexivos, por Schön; Pimenta; Zeichner; Alarcão. Consideração da docência como profissão, por Nóvoa; Tardif. A pedagogia crítica e a docência, por Giroux em seu trabalho sobre o professor como intelectual e neste mesmo sentido o trabalho de Ianni.	Fundamentação teórica que orienta os estudos sobre a formação de professores, por Nóvoa; Perrenoud; Shulman; Tardif; Furió; Gil <i>et al</i> ; Praia <i>et al</i> .

Família 4. Modalidades de pesquisa

CATEGORIA	REFERENCIAIS A PARTIR DE LIVROS	REFERENCIAIS A PARTIR DE ARTIGOS
Pesquisa qualitativa	O trabalho mais citado neste item é o de Bodgan que caracteriza a pesquisa qualitativa nas ciências sociais, e também Triviños. Análise de técnicas específicas da pesquisa qualitativa como o uso da entrevista em Roca, ou métodos de pesquisa-ação, por Thiollent. Pesquisa em Educação, por Ludke e André; Bliss, Monk e Ogborn. E ainda de forma mais específica a pesquisa qualitativa para o ensino de ciências com autores como Lemke. A pesquisa científica, por Popper.	Grupo focal na pesquisa qualitativa, por Giovanazzo. Análises da pesquisa qualitativa, por Morales e Moreno.
Perspectivas de desenvolviment o da pesquisa	O trabalho mais citado é o de Bardin com a análise de conteúdo, seguido das teorias sobre análise de discurso com os trabalhos de Pécheux; Orlandi; Brandão; Charaudeau e Maingenu; Gadet e Hak	Análise de discurso, por Orlandi.

O primeiro fato que salientamos é que, embora os referenciais tenham sido agrupados por categorias, sabemos que foram utilizados pelos pesquisadores de forma integrada e com funcionalidades específicas, uma vez que a área de Ensino de Ciências, ainda que com especialidade em Ensino de Física, é multidisciplinar, no sentido de que para resolver os problemas próprios deste campo, faz-se necessário utilizar de forma integrada diversos campos de conhecimento.

Observamos que os referenciais utilizados não são exclusivamente resultados de pesquisa em Ensino de Física, mas para produzir esse tipo de pesquisa, é preciso considerar conteúdos da educação, das Ciências Exatas, das Ciências Humanas e da própria área de ensino de Ciências, que apresenta um importante desdobramento de tópicos.

Ao comparar os referenciais, a partir de livros e artigos, observamos que a maioria daqueles obtidos através de livros são clássicos da literatura e fundamentam, principalmente, as famílias de categorias que nomeamos como “Saberes Interdisciplinares que servem ao Ensino de Ciências” e “Tipo de pesquisa e metodologias de análise”. Quanto aos artigos, a maioria são estudos recentes e alimentam principalmente a família “Ensino de Ciências”. Isto indica que a produção em Ensino de Ciências está em crescimento e ampliação, além de indicar que cada vez se faz necessário uma busca aprofundada de referenciais no interior da área em si mesma.

Observamos também algumas tendências, tais como:

- Os principais referenciais na formação de professores tem a ver com autores que consideram a perspectiva do professor crítico e reflexivo e aqueles que dão relevância aos conhecimentos próprios da profissão;
- Os referenciais que fundamentam a metodologia de pesquisa são do tipo pesquisa qualitativa;
- Existem diversas perspectivas sobre o que é ensinar e o que é aprender Física, fato que se evidencia ao observar as diversas formas de utilizar um mesmo tipo de referencial. Por exemplo, o referencial de Piaget é um dos mais populares entre os pesquisadores, porém, 33% dos pesquisadores não o utilizam; dentre os que o utilizam, uns o fazem para elaborar material de trabalho em sala de aula, a partir dos métodos utilizados por Piaget (testes, entrevistas), material que, para alguns, é analisado a partir das categorias de pensamento de Piaget e para outros a partir da epistemologia de Bachelard ou de outros autores. Também encontramos quem o utiliza para justificar a apresentação de experimentos cativantes ou motivadores para os estudantes, sob a ideia de desequilíbrio proposta por Piaget, a fim de promover uma mudança conceitual. Por outro lado, alguns autores ressaltam que, atualmente, não se pode falar em “método pedagógico piagetiano”, mas em propostas pedagógicas, que utilizam as ideias de Piaget como diretrizes para criar suas próprias metodologias. Há ainda aqueles que falam como atualmente a abordagem construtivista é diferente em dependência do autor que a fundamente (Piaget, Vygotsky, Freire, Freud, etc). Ou como a Didática das Ciências, que no começo assumiu o construtivismo Piagetiano, mudou para o movimento das concepções alternativas e hoje apresenta características de construtivismo estático e construtivismo dinâmico.

Todas estas observações nos levam a considerar a importância da formação de futuros professores, a partir da conscientização sobre a existência dessas famílias e categorias de referenciais, com a respectiva formação de critérios para selecionar e combinar adequadamente os referenciais nos diversos problemas. Dado que o futuro professor de Física não sabe com qual desses problemas específicos vai ter que lidar, daí a necessidade de formá-lo para encarar a diversidade de problemas com as possibilidades de abrir caminhos para a solução. Certamente, não será possível ensinar aos licenciandos a resolverem todos os problemas existentes, mas sim contribuir na criação de uma visão ampla e flexível a respeito de como abordá-los.

Como constatação adicional, observamos ainda que somente 30% dos referenciais, a partir de artigos, encontram-se escritos na língua portuguesa. Esta quantidade aumenta para 70% nos referenciais a partir de livros por causa das traduções para o Português dos clássicos da literatura. Tal situação nos coloca o problema de como levar para o aluno, que na maioria das vezes domina somente o Português, aqueles importantes referenciais produzidos em outras línguas.

APÊNDICE B- A PRESENÇA DA DIDÁTICA DA FÍSICA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA

Neste estudo, esperamos evidenciar como é entendida a Didática da Física nas organizações curriculares de cursos de Licenciatura em Física. Para isso, analisamos a presença de disciplinas que contribuem na formação do professor, a partir da caracterização da Didática da Física, como um campo inter e multidisciplinar, que inter-relaciona conhecimentos das Ciências Exatas, Psicologia da aprendizagem, História, Filosofia e Epistemologia das Ciências, Pedagogia, Educação e conceitos próprios da Didática, a fim de constituir saberes que possibilitem a resolução de problemas próprios do ensino e aprendizagem da Física, em concordância com a ideia desenvolvida no primeiro capítulo deste trabalho

Para tanto, constituímos um texto a partir de uma busca sistemática de informações de cursos de Licenciatura em Física e de suas matrizes curriculares, com os critérios que justificaram suas organizações e as ementas das disciplinas, que objetivaram contribuir na formação de professor de Física. Aplicamos técnicas de análise documental na linha de Bardin (1977/2002). Portanto, foi elaborado um texto tendo como principal fonte de informação as páginas web do Ministério de Educação e os documentos oferecidos por cada uma das Instituições de Educação Superior (IES) envolvidas. Finalmente, gostaríamos de mencionar que os resultados apresentados neste estudo são o arrazoado em estudos prévios já apresentados em eventos acadêmicos, em Castiblanco e Nardi (2011a); Castiblanco e Nardi (2011b); Castiblanco e Nardi (2012a) e; Castiblanco e Nardi (2012b).

1. Seleção dos Cursos de Licenciatura em Física

Para obter a amostra dos cursos a serem estudados, começamos acessando o portal web do Ministério de Educação (MEC). Nesse portal, fomos ao link *Instituições de Educação Superior* (IES) e nele fomos para a busca eletrônica de informação sobre universidades e cursos. Ali, há o mapa político do Brasil com a opção de *Consulta interativa* para cada Estado. Selecionamos os cursos de “Física” na modalidade “*presencial*”, escolhendo as IES Públicas (Universidade, Instituto e/ou Faculdade, que por sua vez, podiam ser Federais, Estaduais ou Municipais). Em seguida, acessamos a página web de cada IES, a fim de verificar a existência do curso de “Licenciatura em Física” e procuramos o respectivo projeto pedagógico, estrutura curricular e/ou ementas, solicitando estas informações via e-mail, quando não estavam publicadas nas respectivas páginas. Além dos cursos com titulação “Licenciado em Física”, incluímos cursos com titulação como “Físico-educador” e “Licenciado em Ciências com habilitação em Física”. Esse processo todo foi repetido para cada um dos Estados do Brasil.

Foram encontradas 98 IES públicas que oferecem cursos de formação de professores de Física em todo o Brasil. Porém, após visitar à página web de cada IES, verificamos que a maioria delas oferecem o curso em diversos câmpus e/ou em condições diferenciadas. Este fato levou-nos à necessidade de contabilizar o número de cursos no Brasil de forma independente do número de IES. Encontramos um total de 166 cursos, cuja distribuição geográfica tanto de cursos quanto de IES é apresentada na Tabela 1 e no Gráfico 1.

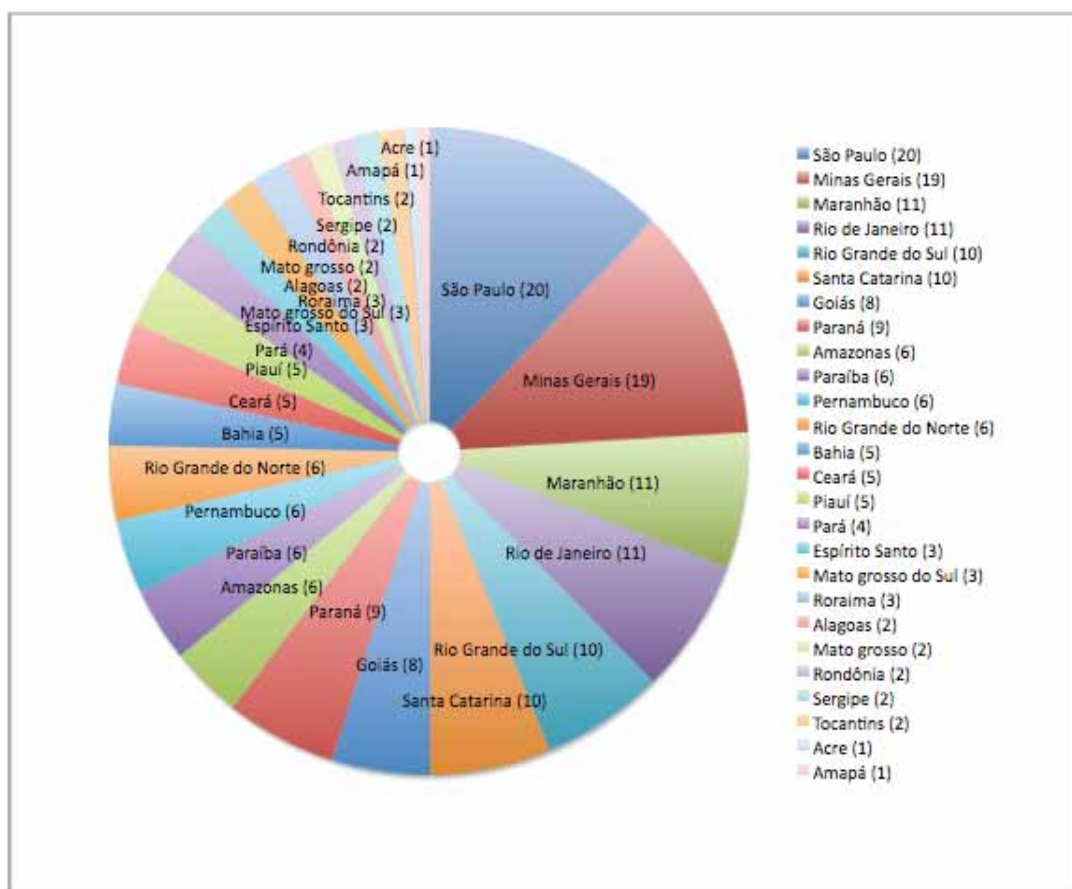
Apesar de os cursos serem obviamente diferentes por pertencerem a IES ou câmpus diferentes, consideramos como diferentes também aqueles que, embora estejam no mesmo câmpus, são também oferecidos em diferente período, por atenderem a perfis diferentes de alunos.

TABELA 1 - Distribuição das 98 IES que oferecem cursos de formação de professores de Física, e os 166 cursos oferecidos pelas diferentes IES, em todo o território brasileiro

Estado	Distribuição dos 166 cursos	Distribuição das 98 IES
São Paulo	20	8
Minas Gerais	19	14
Maranhão	11	3
Rio de Janeiro	11	8
Rio Grande do Sul	10	6
Santa Catarina	10	5
Goiás	8	4
Paraná	9	8
Amazonas	6	3
Paraíba	6	3
Pernambuco	6	5
Rio Grande do Norte	6	3
Bahia	5	4
Ceará	5	2
Piauí	5	3
Pará	4	3
Espírito Santo	3	2
Mato grosso do Sul	3	2
Roraima	3	2
Alagoas	2	1
Mato grosso	2	2
Rondônia	2	1
Sergipe	2	1
Tocantins	2	2
Acre	1	1
Ceará	5	2

Fonte: Os autores

GRÁFICO 1 - Distribuição dos 166 cursos de Licenciatura em Física encontrados nos diferentes Estados do Brasil



Fonte: Os autores

Observamos também que os cursos de Licenciatura em Física nas diversas universidades e ainda entre a mesma universidade, são diferentes, em ao menos um dos seguintes aspectos;

- *Título oferecido*: pelo menos 70% é de “Licenciado em Física”; o outro grupo tem títulos de “Licenciado em Ciências da Natureza ou Ciências Exatas com habilitação em Física” ou “Físico-educador”;

- *Período*: pelo menos 54% são noturnos, mas tem também cursos oferecidos em períodos diurno, diurno matutino, diurno vespertino ou integral.

- *Duração ideal do curso*: pelo menos 50% é de 4 anos, os demais são de 3 anos, 3 anos e meio, 4 anos e meio e 5 anos.

- *Número de horas aula*: Observando somente os cursos de quatro (4) anos de duração, o número total de horas aula oscila entre 2800 (menor quantidade encontrada) e 3760 (maior quantidade encontrada).

Assim, optamos por selecionar um grupo de cursos que apresentassem condições aproximadamente semelhantes. Portanto, organizamos uma amostra representativa do Brasil, selecionando uma IES por Estado, sempre que cumprisse com os requisitos de:

- 1- Oferecer o título de “Licenciado em Física”,
- 2- Ter duração ideal de 8 semestres.
- 3- Ter Índice Geral de Curso (IGC)¹² quatro (4) ou cinco (5)

TABELA 2 - Amostra representativa de IES que oferecem formação de professores de Física no Brasil, com titulação de “Licenciado em Física” duração ideal de 4 anos, e, IGC quatro ou cinco

	UF	Universidade	IG C	Período	Horas aula
1	AM	UFAM. Universidade Federal do Amazonas. Instituto de Ciências Exatas. Manaus	4	Diurno	2990
2	BA	UFBA. Universidade Federal da Bahia., Salvador	4	Diurno	3094
3	CE	UFC. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza	4	Noturno	2800
4	ES	IFES. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Cariacica.	4	Integral	3030
5	GO	UFG. Universidade Federal de Goiás. Goiânia	4	Diurno	3300
6	MG	UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte	5	Diurno	2805
7	MG	UNIFAL. Universidade Federal de Alfenas. Alfenas	4	Noturno	3245
8	MS	UFMS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo grande.	4	Diurno	3366
9	PB	UFCG. Universidade Federal de Campina Grande. Cuité	4	Noturno	2895
10	PE	UFPE. Universidade Federal de Pernambuco. Recife	4	Noturno	2580
11	PR	UFPR. Universidade Federal do Paraná. Curitiba	4	Noturno	2810
12	RJ	IFRJ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Nilópolis	4	Noturno	3091
13	RN	UFRN. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal.	4	Noturno	2805
14	RS	UFPEL. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas	4	Diurno	3610
15	SC	UDESC. Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville.	4	Noturno	2880
16	SP	UFABC. Fundação Universidade Federal do ABC. Santo André	5	Diurno	2808
17	SP	UNESP. Universidade Estadual Paulista Julho de	4	Noturno	2730

¹² O Índice Geral de Cursos (IGC) é um indicador de qualidade, como resultado do desenvolvimento acadêmico dos estudantes no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) e outras variáveis tais como: corpo docente, infraestrutura e organização didático-pedagógica. O indicador expressa-se em valores de 0 a 500 e em conceitos de 1 a 5. Os conceitos 1 e 2 são considerados como desempenho insatisfatório, 3 como razoável, 4 e 5 como bons.

	Mesquita Filho. Bauru.			
--	------------------------	--	--	--

Fonte: Os autores

Nota-se na Tabela 2 que alguns Estados ficaram sem representação, uma vez que não encontramos IES, que cumprissem com os requisitos anteriormente estabelecidos. Nota-se, também, que para os Estados de São Paulo e Minas Gerais selecionamos duas IES, já que são estes os Estados com maior quantidade de cursos. De cada universidade selecionada, analisamos apenas um curso. Assim, obtivemos um grupo de 17 cursos em 17 IES, que correspondem a 18% do total das IES e 10% do total de cursos.

2. Critérios de organização curricular e sua relação com a Didática da Física

Conscientes de que o currículo de um curso de Licenciatura é muito mais do que a matriz ou grade curricular, já que envolve aspectos como objetivos, princípios orientadores, perfil do egresso, relação pesquisa e docência; e com o intuito de focar o nosso problema de pesquisa, que busca entender as formas e fins do ensino da Didática da Física na formação inicial de professores, optamos por analisar somente os critérios explícitos para a organização curricular e as ementas das disciplinas selecionadas. Neste item, fomos em busca de padrões de critérios com os quais as IES organizam a distribuição das disciplinas na matriz curricular, visando analisar em que medida existem propósitos integradores entre os saberes disciplinares.

Em primeiro lugar, encontramos uma diversidade de termos utilizados para definir as organizações curriculares, a saber: núcleos, ciclos, módulos, componentes, grupos e eixos. Estes termos representam diferentes perspectivas de formação de professores.

Identificamos ao menos quatro modelos diferenciados para cada um dos quais interpretamos seu significado em relação à formação para o ensino da Física.

2.1. Matrizes organizadas em núcleo comum e núcleo específico, mas com variações de disciplinas nos dois núcleos.

O núcleo comum, em algumas matrizes contém disciplinas como Física, Química, Computação, Matemática. Mas, em outros, contém também disciplinas como História, Epistemologia e Filosofia da Física, Língua Portuguesa e Instrumentação para o ensino.

Entretanto, o núcleo específico, em alguns refere-se à formação que diferencia a Licenciatura do Bacharelado, com disciplinas como Educação, Psicologia, Sociologia, Políticas educacionais, Didática geral, Didática para o ensino de Física, Práticas de ensino, Estágio supervisionado; outros incluem neste núcleo, laboratórios de ensino de Física mecânica, Tópicos de Física para o ensino fundamental e há outros que colocam a História da Física e a Língua Portuguesa.

Observa-se que o critério de núcleos obedece, principalmente, à combinação de carreiras profissionais entre licenciatura e bacharelado, o que coloca a necessidade de aproveitar espaços comuns para desenvolver os dois cursos. Nota-se que uma característica geral do núcleo específico é que contém todos os saberes disciplinares que não se relacionam com as Ciências Exatas e Matemática, dentro das quais aparecem disciplinas das Ciências Humanas e disciplinas específicas para o ensino de Física, porém, elas não estão propostas por meio de conteúdos integradores entre elas, mas por meio de conteúdos que se espera sejam complementares na formação do licenciando.

2.2. Matrizes organizadas em três componentes curriculares, chamadas por alguns também como núcleos de formação ou grupos de disciplinas.

Uma componente comum ao Bacharelado contendo disciplinas como Física, Química, Informática e Matemática. Outra componente comum às Licenciaturas com disciplinas

associadas à Educação, Didática geral, Psicologia e Teorias pedagógicas. E ainda, há uma componente pedagógica específica que trata de Metodologia e prática do ensino de Física, Estágio supervisionado e Trabalho de conclusão de curso. Porém, assim como no modelo anterior, as mesmas disciplinas podem estar em componentes diferentes.

A principal diferença com o modelo anterior é a forma como se divide o grupo de disciplinas que formam para o exercício docente, de forma independente da Ciência a ser ensinada (Física, Química, Biologia) e as disciplinas que formam para o ensino de Física. O primeiro grupo é responsabilidade do departamento de Educação, de forma comum para todas as Licenciaturas e o segundo grupo pode estar na Educação ou nos departamentos de Física. De forma tal que as componentes comuns dedicam-se ao ensino de conteúdos das Ciências Exatas e da Educação, e a componente específica objetiva levar o estudante a utilizar os conhecimentos aprendidos nas outras duas componentes.

2.3. Matriz organizada em uma componente curricular obrigatória, uma componente complementar, mais atividades acadêmico-científico-culturais.

A componente curricular obrigatória é dividida em dois grupos. O primeiro relaciona a disciplinas como Física, Matemática, Química, Computação, Trabalho de conclusão de curso e o segundo relaciona a disciplinas como História da Física e Ensino da Física, Prática de ensino, Projeto educacional, Instrumentação para o ensino. A componente obrigatória complementar também divide-se em dois grupos. O primeiro trata das disciplinas como Língua Portuguesa, Psicologia, Didática e Políticas Educacionais e o segundo trata do Estágio supervisionado e um grupo de possibilidades de Atividades Acadêmico-científico-culturais (seminários, simpósios, congressos, minicursos, conferências).

O critério de componentes obrigatórias e complementares já indica que são conhecimentos não integrados, mas que o estudante deve juntar para consolidar sua formação. Observa-se que na componente curricular obrigatória encontram-se as disciplinas de formação para o ensino da Física, entretanto as disciplinas da Educação e afins, junto com o estágio, são entendidas como complementares.

2.4. Matriz organizada em quatro eixos de formação mais estágio supervisionado:

(1) Eixo de formação de conhecimentos básicos da Física, Matemática e Ciências afins; (2) Eixo de formação de conhecimentos didático pedagógicos; (3) Eixo de Ciência, tecnologia, sociedade, ambiente e desenvolvimento humano; (4) Eixo articulador em torno à Metodologia e prática de ensino de Física, e o conjunto de disciplinas de estágio supervisionado.

A principal diferença com os modelos anteriores é a consideração explícita dos eixos como integradores de conhecimentos, sendo a Metodologia e prática de Ensino da Física um eixo articulador, no qual espera-se trabalhar com o estudante temas de ensino, voltados a tópicos específicos da Física. Outra diferença é a concepção do estágio supervisionado, como complemento a todos os outros grupos de disciplinas.

Concluimos que, com exceção deste último modelo que considera eixos integradores de conhecimentos, em geral, os critérios para definir as organizações curriculares, não são embasados em critérios relacionados com a epistemologia da Didática das Ciências, no sentido de formar o professor numa visão integradora de saberes para resolver os problemas da área, mas numa visão que objetiva oferecer ao futuro professor uma somatória de conhecimentos necessários para o desenvolvimento profissional, sendo que é nas práticas educacionais onde o estudante encontrará a necessidade e a possibilidade de integrar os conhecimentos.

3. Presença de conteúdos integradores na formação inicial de professores

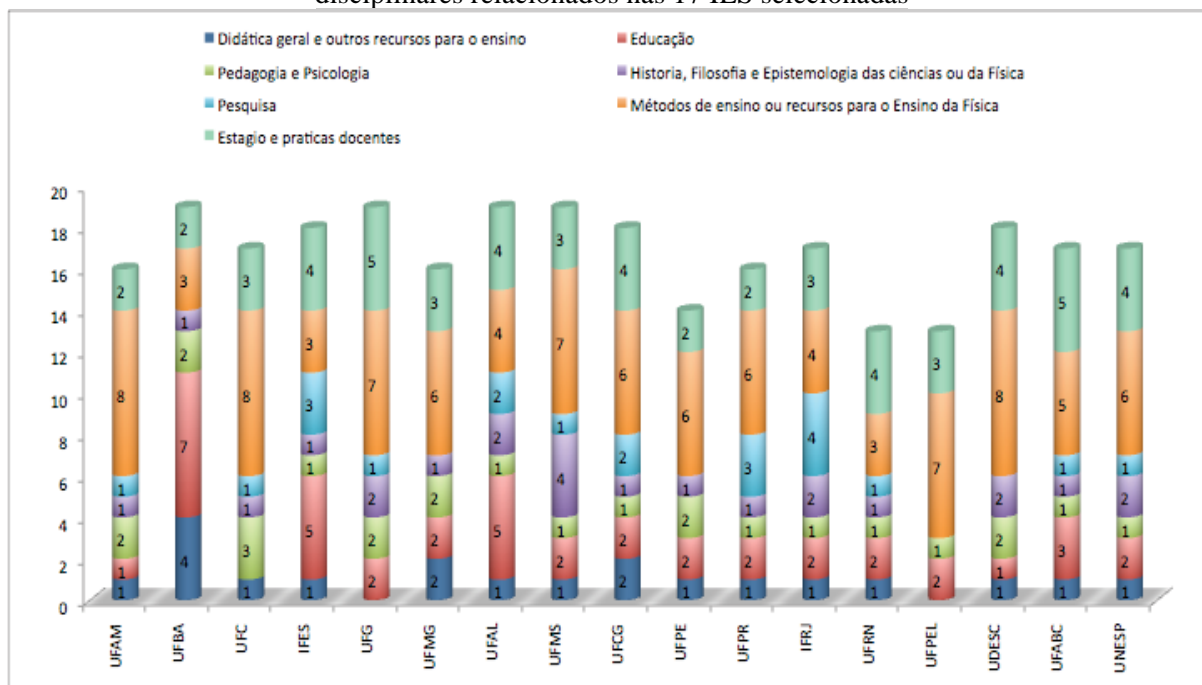
A fim de aprofundar mais um pouco na compreensão da conclusão anteriormente mencionada e em face à grande diversidade de funções das disciplinas que usualmente formam as matrizes curriculares, ao fazer parte de núcleos, ciclos, componentes ou grupos, estabelecemos categorias de disciplinas como critério para extraí-las das matrizes curriculares e, assim, realizarmos comparações entre os conteúdos das ementas, em busca de evidências de integração dos conteúdos.

Tais categorias são: Métodos e recursos para o ensino da Física; Estágio e práticas docentes; Didática e outros recursos para o ensino em geral; Educação; Pedagogia e Psicologia; História, Filosofia e Epistemologia das Ciências ou da Física e Pesquisa.

Estas categorias surgiram com o intuito de contabilizar a quantidade de disciplinas que são ministradas em cada curso, estudando os objetivos e conteúdos das respectivas ementas, a fim de identificar padrões. E dado que, além da diversidade quanto aos nomes das disciplinas, conteúdos e objetivos, encontram-se também grandes diferenças de carga horária, optamos por desconsiderar, nesta comparação, a intensidade semanal e as disciplinas optativas, considerando só a quantidade de semestres em que são ministradas as disciplinas e aquelas oferecidas como obrigatórias. Observe a comparação quantitativa no Gráfico 2.

Da descrição quantitativa do Gráfico 2, conclui-se que cada curso de Licenciatura em Física tem uma estrutura curricular única e, dado que, todos são cursos considerados de boa qualidade, não é possível afirmar que alguma destas estruturas seja melhor do que as outras. Este estudo não visa comparar um curso com outros, mas analisar a generalidade do comportamento dos cursos em relação aos conteúdos que contribuem na formação para o ensino da Física.

GRÁFICO 2 - Quantidade de semestres ou níveis oferecidos para cada um dos grupos disciplinares relacionados nas 17 IES selecionadas



Fonte: Os autores

As disciplinas associadas às Ciências Exatas e Matemática não foram consideradas dentro deste conjunto de categorias, uma vez que constatamos nas ementas, que seu ensino foca-se na formação para o domínio dos conteúdos da Física e não na fundamentação teórica e

formação de habilidades pedagógicas e didáticas para o ensino da Física. Embora esteja claro que elas garantam o conhecimento do conteúdo a ser ensinado pelos futuros professores, é evidente que não são ensinadas pensando no seu futuro ensino, mas pensando no aprendizado da Física em si mesma, em geral em torno da mecânica, eletromagnetismo, óptica, termodinâmica e tópicos de física moderna.

Por outro lado, em relação às disciplinas nomeadas explicitamente como “Didática da Física”, encontramos que somente 2 das 17 IES têm este espaço acadêmico. Em um dos casos, tem duração de um semestre e nela são trabalhados conteúdos sobre tendências atuais no ensino de Física, técnicas de ensino e estudo e desenvolvimento de uma proposta de ensino de Física por parte dos licenciandos. Em outro caso, a disciplina é ministrada durante dois semestres como suporte teórico para o estágio supervisionado. Em nenhum desses casos a “Didática da Física” é entendida como um campo que integra conhecimentos de forma interdisciplinar, mas é entendida como um saber associado à prática de ensino.

Apresentamos a seguir cada uma das categorias relacionadas anteriormente com uma breve descrição dos tipos de conteúdos que tratam e sua função na estrutura curricular.

3.1. Métodos e recursos para o ensino da Física

Esta categoria de disciplina tem a definição mais próxima com a caracterização da “Didática da Física” como campo interdisciplinar. Observamos que incluem tópicos que são tratados em disciplinas de Física, Didática geral, Psicologia, Educação, Práticas pedagógicas, Estágio, Pesquisa e História e Epistemologia, o que significa que procuram ser um eixo articulador de saberes, apresentando uma tendência compatível com o enquadramento teórico interdisciplinar.

Observamos que os níveis variam de 3 a 8 semestres e trabalham principalmente duas tendências: 71% das IES propõe como eixo principal a transposição didática dos conteúdos da Física, que estão sendo estudados simultaneamente no curso, tratando conteúdos como preparação de aulas modelo e projetos a serem desenvolvidos no estágio supervisionado, análises de livro didático, estudo dos Parâmetros curriculares Nacionais, projetos internacionais em ensino de Física, estudos das pesquisas em concepções espontâneas, elaboração e análise de material de laboratório, uso de novas tecnologias e instrumentos de avaliação. Conteúdos que de um nível para outro, diferenciam-se, principalmente pelo tópico da Física que está sendo estudado, simultaneamente, nas disciplinas específicas de Física. Na mesma linha 29% das IES distribui tópicos como instrumentação, preparação de projetos, práticas em contextos específicos como ensino fundamental, ensino médio, ensino para deficientes, educação para jovens e adultos e abordagem da História, Filosofia e Epistemologia da Física, todos em torno da Física em geral, nos diferentes níveis. Além disso, algumas IES incluem tópicos de História e Epistemologia das Ciências e relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) ou preparação e execução do Trabalho de conclusão do curso (TCC).

Nessa categoria, há outras disciplinas em menor frequência, tais como: “Instrumentação para o ensino da Física” que objetiva estudar especificamente a produção, análise do material de laboratório e uso de novas tecnologias para o ensino; “Informática no ensino da Física”, que trabalha o uso de simulações, noções de programação e uso de softwares educacionais; “Iniciação à docência da Física”, “Projeto de ensino de Física” e “Novas concepções do ensino de Física” que funcionam como introdução à prática de ensino ou servem de suporte ao estágio supervisionado.

3.2. Estágio supervisionado

100% das IES desenvolvem o estágio supervisionado, uma vez que isso é exigência das DCN, em 400 horas. Propõe-se, de modo geral, a integração dos saberes adquiridos no curso e a aplicação da teoria nas práticas educativas. Porém, a distribuição das disciplinas nas estruturas curriculares é diferente, entre 2 e 5 semestres e utilizam diversas metodologias. 17% das IES conta com dois semestres de estágio, 41% com três semestres, 29% com quatro semestres e 13% com cinco semestres de estágio. Em todos os casos, os estudantes devem desenvolver atividades de observação, análise de contextos escolares, regência de aulas ou intervenção didática e elaboração de relatório.

Percebemos que a observação pode ser a partir da leitura de documentos que descrevem a realidade escolar ou observação a partir de situações vivenciadas, durante um ou dois semestres ou observação da organização escolar, no primeiro semestre e das atividades de aula no segundo. Algumas das observações culminam com o planejamento das atividades para a intervenção em sala de aula e outras culminam com uma proposta de projeto de pesquisa. Assim, para alguns casos, o planejamento fica implícito na observação, em outros casos tem um semestre específico com assessoria dos professores envolvidos, a fim de criar módulos de ensino.

Quanto à regência ou intervenção didática, notamos que a maioria atua no ensino médio, mas alguns cursos têm além disso, a intervenção durante um ou dois semestres no ensino fundamental, portanto a regência varia entre um e três semestres. Quanto à elaboração de relatórios e a avaliação final da atividade, a maioria é desenvolvida no final de cada semestre, mas têm alguns cursos, dedica-se um semestre, exclusivamente, à elaboração do relatório com reflexão e análise, tendo que apresentar um documento escrito final. Este documento, em alguns casos, deve ser defendido ante uma banca examinadora; em outros, apresentado em público; e em outros, apresentado ao professor.

Nas propostas de estágio supervisionado, cujo objetivo é integrar saberes e aplicar a teoria, observamos que as ementas não estabelecem inter-relação com as demais disciplinas que contribuem no enquadramento teórico da Didática da Física, segundo a caracterização aqui apresentada. Isto é, a inter-relação com disciplinas como História, Epistemologia, Psicologia, Pesquisa, Física, Matemática e outras.

3.3. Didática e outros recursos para o ensino em geral

Observamos que 14% das IES, não tem disciplina neste campo. 85% das IES tem a disciplina nomeada como “Didática”, “Oficina de métodos e técnicas de ensino” ou “Didática das ciências”, as quais têm conteúdos semelhantes, tais como: análise das relações entre sociedade, educação e escola; identidade do trabalho docente; relações professor/aluno; organização e dinâmica da prática pedagógica; o tempo e espaço da sala de aula; avaliação dos processos de ensino e aprendizagem; tendências pedagógicas; recursos didáticos, interdisciplinaridade e educação, entre outros. Em todos os casos não são trabalhadas em torno de tópicos específicos da Física, mas em torno ao ensino em geral ou das Ciências em geral.

Nesta categoria encontramos que 17% das IES tem uma disciplina de “informática na educação ou no ensino de Ciências” ou “técnicas e recursos audiovisuais” com conteúdos complementares sobre o uso do computador, como recurso para o ensino e suas implicações pedagógicas, com enfoque teórico-prático similar às disciplinas de Didática geral.

3.4. Educação

17% das IES não tem disciplinas neste campo; 53% das IES têm disciplinas como: Filosofia da Educação, Sociologia da Educação, Fundamentos Sócio-históricos e Filosóficos da Educação, e/ou Políticas Educacionais ou similares, no entanto, com diferentes carga horária e conteúdos. Nestas disciplinas são analisadas, principalmente, as organizações sociais, a relação entre sociedade cultura e educação, em âmbitos locais, nacionais e internacionais, a evolução dos sistemas educacionais e a regulamentação da educação brasileira.

Simultaneamente, 57% das IES oferecem disciplinas que tratam sobre a administração do trabalho na escola, o planejamento, execução e avaliação curricular, por meio de disciplinas como: “currículo”, “estrutura e funcionamento da educação” ou “organização escolar”. Também encontramos que 23% das IES apresenta disciplinas de conteúdos específicos da educação, visando refletir sobre a educação para pessoas com deficiências como surdos ou cegos, a educação para a diversidade, a identidade do professor, a aproximação com a realidade escolar com exercícios teórico-práticos. Em todos os casos, são também conteúdos que caracterizam a profissão docente de forma independente aos conteúdos das Ciências Exatas a ser ensinadas.

Nesta categoria, encontramos que 29% das IES tem disciplinas como Física e Sociedade ou Ciência, Tecnologia e sociedade (CTS) e similares, que visam estudar relações CTS, tanto de modo geral quanto, no contexto brasileiro, abordando temáticas como: o ensino da Física ou das Ciências, a pesquisa em Física e Ciências e o impacto da Ciência e a tecnologia no desenvolvimento do país, que apresenta uma aproximação à integração de saberes.

3.5. Psicologia e Pedagogia

70% das IES tem uma disciplina, durante um semestre do curso, relacionada à Psicologia, com disciplinas nomeadas de Psicologia da Educação ou Psicologia do desenvolvimento, as quais tratam de abordagens teóricas sobre o comportamento e a psicanálises com suas contribuições no processo ensino-aprendizagem. Estuda-se também os aportes da Psicologia genética de Piaget, a Psicologia sócio-histórica de Vygotsky e outros autores como Ausubel, Novak, ou Leontiev.

O restante, 30% tem disciplinas relacionadas a métodos de ensino, processos de avaliação ou relação teoria e prática pedagógica, com disciplinas nomeadas de Desenvolvimento e Aprendizagem, Aprendizagem e Ensino, Avaliação da Aprendizagem, Metodologia de Ensino ou Teoria e Prática Pedagógica, com diferenças na carga horária, que para algumas é um semestre só, para outras, dois ou três em diversos tópicos. Observamos que tratam, em geral, das diferentes concepções de avaliação e suas manifestações na prática, análise de recursos didáticos, teorias da psicologia da aprendizagem, história do ensino de Ciências, novas tecnologias no ensino geral e no ensino das Ciências, ensino de Ciências em diversos contextos.

Observa-se uma tendência ao tratamento dos conteúdos da Psicologia e Pedagogia associados ao ensino de Ciências, principalmente, no que tem a ver com processos de aprendizagem dos alunos.

3.6. História, Filosofia e Epistemologia das ciências ou da Física

Percebemos que 94% das IES oferece formação em História da Física. Entre elas, 70% desenvolvem-na durante um semestre, 11% durante dois semestres e 23% entre dois e quatro semestres, oferecendo disciplinas específicas ou misturadas em relação à História, Filosofia e Epistemologia da Física. Ao analisar as ementas, observamos que praticamente cada IES tem uma visão diferenciada do que deve ser ensinado neste campo.

Os conteúdos tratados tanto nas disciplinas de História, quanto nas de Filosofia e Epistemologia, misturam-se, mas, em geral, tratam sobre fatos importantes da Física desde a Grécia Antiga até os nossos dias; influências das Escolas Filosóficas na Física Clássica e Moderna; o nexó entre a Física e as outras Ciências experimentais; a Física e as revoluções tecnológicas; as origens da Física Moderna e a natureza das leis e teorias Físicas. Algumas IES têm ênfase em tópicos como o método científico, o conhecimento científico e tecnológico, os valores e a ética na prática científica, a epistemologia da experimentação, observação e simulação. Há algumas IES que trabalham a História da Física em geral e outras a evolução de conceitos específicos da Física, sobre tópicos da Física atual e seu futuro, no mundo e no Brasil.

Note-se que esta categoria está mais próxima à categoria de Ciências Exatas e Matemática, uma vez que os objetivos do seu ensino são, principalmente, para o maior domínio dos conteúdos da Física, sem estar necessariamente ligado a metodologias ou perspectivas de ensino. Perspectiva que foi encontrada na categoria de “Metodologia e prática de ensino” onde são inseridos tópicos de História e Epistemologia da Física, visando contribuir à formação para a “transposição didática”, ao oferecer metodologias alternativas de tratamento dos conteúdos.

3.7. Pesquisa

Observamos que a formação específica para a pesquisa encontra-se determinada ora por disciplinas que visam ensinar metodologias de pesquisa, ora pela exigência da elaboração de trabalho de conclusão de curso, sob a orientação dos professores. Os temas trabalhados nas metodologias de pesquisa têm a ver com técnicas de redação científica, apresentação de resultados de pesquisa em eventos, gêneros de textos acadêmicos, normas da ABNT, linhas de pesquisa em ensino, técnicas de coleta e análise de dados, estado da pesquisa da área no Brasil e no mundo.

Em relação ao trabalho de conclusão de curso, espera-se que seja uma pesquisa na qual o aluno delimite um problema, faça o levantamento bibliográfico, elabore os instrumentos de coleta de dados, faça sua coleta e sua respectiva análise para, depois, construir o documento que será defendido ante uma banca examinadora ou apresentado em público. Para a maioria das IES, que exige trabalho de conclusão de curso, o problema de pesquisa tem a obrigatoriedade de estar vinculado à área de ensino e para outras pode ser também em Física ou áreas afins.

52% das IES não têm a obrigatoriedade da Monografia ou Trabalho de Conclusão de Curso, dentre elas tem uma IES que oferece um semestre de “Introdução à pesquisa em ensino de Ciências”. O restante, 48% das IES, conta com um ou dois semestres dedicados para “Monografia”, “Projeto Dirigido” ou “Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)”, dentre as quais, a maioria complementa com um ou dois semestres de “Metodologia de pesquisa em Física”, “Ensino de Física” ou “Ensino de Ciências”, usualmente como pré-requisito ao início do trabalho de conclusão de curso.

Observamos que a pesquisa na área de ensino de Física trata, basicamente, de levar os alunos à análise de contextos educacionais ou elaboração de propostas de ensino, depois de estudar algumas técnicas de pesquisa e normas de apresentação de resultados de pesquisa. Mas, pode-se dizer a partir dos conteúdos das ementas, que em geral não é considerada a formação do professor nas perspectivas crítico reflexiva, nem o professor como pesquisador ou como intelectual emancipador.

APÊNDICE C- PERCEPÇÕES E EXPECTATIVAS DE UM GRUPO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURA SOBRE A APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE FÍSICA

Da mesma maneira que os dois estudos anteriores, este objetiva obter informações que nos permitam entender melhor o que poderia e deveria ser ensinado em Didática da Física. Para tanto, propomo-nos a conhecer as expectativas de um grupo de licenciandos sobre o que eles esperam aprender em disciplinas que os formam para o ensino de Física ou opiniões sobre o que eles consideram como aspectos que contribuem ou que dificultam sua formação como professores. Desenvolvemos um estudo de caso, acompanhando durante um ano, uma turma de estudantes de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo, no curso de Licenciatura em Física, na disciplina de “Metodologia e Prática de Ensino de Física” (MPEF), para constituir os dados por meio de uma observação participante aberta.

A escolha desta disciplina obedeceu ao fato de ser considerada neste curso de Licenciatura, como um eixo integrador de diversos campos disciplinares, o que vem ao encontro com uma das características da Didática da Física, apresentada nos primeiros capítulos desta tese. Neste curso de Licenciatura, as disciplinas de MPEF têm cinco níveis, desenvolvidos do primeiro ao quinto semestre do curso. Para este estudo, acompanhamos um grupo de estudantes de terceiro e quarto semestre, quando cursava os níveis III e IV, durante o ano 2011. Ver ficha descritiva do curso e das disciplinas em questão no Apêndice H, p. 231

O registro da informação se fez em forma de diário de campo, com o propósito de minimizar a interferência que causaria um método como a gravação em vídeo, por exemplo. Para tanto, planejamos e preenchemos fichas diárias de observação, contendo aspectos como: dados básicos da disciplina, conteúdos trabalhados, descrição dos momentos da aula, participação da observadora e observações gerais. Nesta parte, embasamo-nos na proposta de Estrela (2006) acerca dos aspectos a serem observados em sala de aula, de forma direta e distanciada, considerando todos os elementos constitutivos da aula (professor, alunos, materiais), com o único fim de determinar os “observáveis” a sistematizar. A entrada da observadora ao campo, foi anunciada como participação, em condição de estagiária de doutorado, que estaria disponível para apoiar o desenvolvimento das aulas e levantando alguns dados para a pesquisa, mas não foi explicitado o aspecto pontual a ser observado, para evitar que eles se sentissem intimidados ao falar.

Definimos como observáveis aqueles momentos em que os alunos participassem da aula de forma oral, em público e com ideias espontâneas. Apesar de o diário apresentar uma descrição detalhada dos acontecimentos em cada aula, no processo de análise das informações, não foram consideradas aquelas resultantes das participações dos alunos em provas escritas, apresentações de tarefas orais ou escritas, nem qualquer modo de participação que estivesse ligada a uma nota avaliativa ou condicionada a um tipo de resposta esperada.

Tomamos como unidade de análise, os momentos de expressões orais livres, produto de questões geradoras feitas pelo professor, a fim de dinamizar as discussões; questões dos estudantes para o professor ou suas opiniões em meio a debates, tanto em participações individuais quanto grupais. Sabemos que as ideias expressas pelos estudantes representam um estado provisório em seu pensamento, uma vez que, provavelmente, mudaram de diversas formas ao longo da disciplina e do curso. Mas, o momento permitiu “tirar uma fotografia” visando analisar um estado de suas ideologias.

É importante ressaltar que as participações dos professores nestas cenas foram relatadas na medida em que produziam a participação dos licenciandos, mas não foram relatadas as

respostas dos professores às perguntas dos licenciandos, nem o modo como o professor concluiu uma determinada discussão, uma vez que nosso foco não era o discurso dos professores, nem a forma como se desenvolvia a disciplina, mas a ideologia dos estudantes em relação a sua formação para o Ensino de Física.

Embora durante o ano observado, os alunos tenham tido dois professores com metodologias de trabalho e discursos particulares, na análise não se diferenciou um semestre do outro nem foram feitas comparações entre os dois, já que em todos os casos, foram consideradas as participações espontâneas dos alunos. Desenvolvemos então, uma análise textual discursiva na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2007). Para tanto, construímos o *corpus*, a partir de nove relatos que descreveram as cenas, nas quais os estudantes participaram, para, posteriormente, fazer uma análise temática com tópicos emergentes do *corpus*, os quais permitiram uma descrição dialógica entre as ideias dos estudantes e algumas colocações da literatura em Ensino de Ciências.

Salientamos que a quantidade de nove relatos obedece ao resultado de procurar cenas com as condições antes mencionadas e não ao número de aulas observadas, que foi maior, uma vez que em várias aulas, não existiram momentos com as características elencadas pela pesquisadora, o que não permitiria diferenciar entre uma ideia própria do estudante e uma ideia organizada para dar conta de um determinado conteúdo da forma como eles consideram que o professor gostaria de escutar. Também não são apresentadas na ordem cronológica em que foram aparecendo, mas na medida em que foram permitindo criar sentidos para descrever as percepções e expectativas em diferentes tópicos. Tópicos que estão, necessariamente, inter-relacionados e que impediu-nos de falar em categorias, mas em um conjunto de opiniões possíveis de serem interpretadas sob temáticas.

Encontramos percepções dos estudantes sobre as formas como acreditam que devem ser usados recursos como a experimentação e o livro Didático, percepções e expectativas sobre as possibilidades de transformação do ensino tradicional e reflexões sobre a importância de entender o caráter interdisciplinar do ensino de Física.

1. Uso de recursos como a experimentação e o livro didático

Pode-se dizer que os alunos têm uma visão ingênua da importância da experimentação no ensino, ao considerá-la, principalmente, como um método para sair da rotina da aula tradicional e propiciar assim um ensino mais “descontraído”, no sentido de que, ao motivar o estudante com uma atividade diferente, talvez possam se interessar e em consequência, a aula possa ser menos tediosa. Esta situação nos permitiu perceber que a concepção que eles têm de sua própria experiência de aprendizagem da Física é de aulas rígidas ou pouco descontraídas. Simultaneamente, os licenciandos têm a ideia intuitiva de que a experimentação envolve processos, que exigem levar os alunos numa evolução de níveis de complexidade e que, ao mesmo tempo, exigem domínio conceitual por parte dos professores, como se entende no Relato 1, elaborado pela pesquisadora a partir das notas de campo.

Relato 1.

Nesta aula discutiam-se dois artigos. Um¹³ que criticava o ensino tradicional por não dar a importância certa à experimentação, e por não fazer deste espaço algo prazeroso, contextualizado e funcional. Outro¹⁴ que refletia sobre o papel do professor enquanto mediador e assessor das práticas experimentais a fim de contribuir para que o aluno resolva, por si próprio, os problemas com a experimentação como um recurso apropriado

¹³ CAMARINI, V.; STACHAK, M. A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em física: ‘Eletricidade’”. IN: XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Rio de Janeiro, 2005

¹⁴ BATISTA, M.C.; FUSINATO, P.A.; BRUGNOLLE, R. “Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física”. *Acta Scientiarum. Human and Social Science*, Maringá, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.

para superar o ensino tradicional de transmissão de conhecimentos ou conjunto de informações.

Quando o professor pediu para falar dos aspectos que acharam mais interessantes dos artigos, afastaram-se do conteúdo dos artigos em si para expressar idéias, nas quais em geral, declaram-se a favor do uso de experimentos no ensino, especialmente porque permitem sair da rotina das aulas, tornando o trabalho em sala de aula mais leve e descontraído.

Um estudante refletiu, falando que o uso de experimentos deveria ser trabalhado com maior intensidade nos níveis fundamentais para depois passar a maiores níveis de abstração no ensino médio e superior. Esta ideia foi reforçada por outro estudante que falou sobre como o uso de experimentos com crianças permitiria superar o problema de ensinar Ciências para aqueles que ainda não sabem ler nem escrever, uma vez que podem aprender de forma empírica, já que a escrita não é estritamente necessária na experimentação.

Nesta cena teve um estudante que sem discordar dos anteriores, colocou a ideia de que nem sempre os conceitos envolvidos na experimentação são fáceis de explicar, por exemplo, em ótica é muito complexo explicar a ideia de "fóton", ideia que é fundamento de vários experimentos e, portanto, é importante diferenciar entre níveis de complexidade nos experimentos.

Note que eles não se referem a outras possibilidades de compreensão do uso dos laboratórios no ensino de Ciências como por exemplo, as apresentadas por Hofstein (1988), que mostra como a instrução no laboratório pode desempenhar um importante papel para atingir alguns objetivos do ensino de Ciências, ao promover o desenvolvimento do pensamento lógico e as habilidades para a resolução de problemas, ou auxiliar no desenvolvimento de habilidades para a manipulação de materiais, a tomada de dados, a caracterização de problemas, a observação, a explicação e, por esta via, contribuir na compreensão dos conceitos científicos e promover atitudes positivas de comunicação e cooperação.

Relato 2.

O tema de trabalho desta aula é a análise crítica de livros didáticos de Física¹⁵ para o ensino médio, em aspectos como: os conteúdos, as propostas pedagógicas e metodológicas, a sequência temática nos diferentes capítulos, as considerações das experiências socioculturais e saberes dos alunos, a apresentação visual, de editoração e a guia para o professor. Depois que os diferentes grupos de alunos preencheram a ficha técnica para diferentes livros didáticos, foi pedido pelo professor que eles socializassem os aspectos que mais chamaram sua atenção nesta análise. Na medida em que eles foram falando dos livros, foi aparecendo uma controvérsia em torno da importância da formação acadêmica dos autores de livros didáticos. Um estudante perguntou se qualquer um pode escrever um livro didático e vários responderam que obviamente não, porque precisa ter os conhecimentos da Física.

A discussão avançou no sentido de que alguns consideram que um bacharel em Física, engenheiro ou matemático, não pode criar uma obra interessante para o ensino da Física, mesmo tendo conhecimentos de Física e muitos anos de experiência no ensino da Física universitária. Alguns outros consideraram que não faz diferença se o autor do livro tem formação para o ensino ou não, porque a experiência é mais importante do que a teoria e se aprende mais em sala de aula. Portanto o livro produzido por exemplo, por um engenheiro com muita experiência em ensino, pode ser bom. Mas o grupo opositor fala que essa aprendizagem em sala de aula não é válida porque mesmo assim, esse

¹⁵ BONJORNO; RAMOS. Física completa. Editora FTD, v. único, 2ª Ed, 2001/ SAMPAIO; CALAÇADA. Física. Ed. Saraiva, 2010./ "GONÇALVES; TOSCANO. Física e Realidade, Editora Scipione, 1997 / GASPAR, A. Física Série Brasil, Editora Atica, 2001./ outros.

professor tem a tendência de se focar nos conteúdos, portanto um professor da área de ensino tem mais ideias para explorar o pensamento dos alunos.

Não houve consensos, mas a discussão foi se deslocando para a forma como os livros didáticos são usados no ensino, especialmente quando um licenciando disse que achava muito fraco de conteúdo aquele livro que ele estava analisando e que, por esse fato, o utilizaria com alunos de ensino público, mas não com alunos de escola particular, porque os alunos de escola particular têm maior nível. Essa reflexão levantou uma discussão sobre o papel do professor para ajustar o uso do livro às possibilidades e necessidades de aprendizagem dos alunos, mas não no sentido de dar um ensino fraco para os alunos que têm menos nível, mas de aproveitar os recursos para melhorar o ensino, o qual é difícil a partir de alguns livros.

Em relação ao uso do livro Didático, observamos a partir deste relato que, em geral, os alunos reconhecem a necessidade de saber selecionar um livro, analisando a forma como são apresentados os conteúdos e as metodologias que sugere. O fato de alguns alunos reclamarem sobre a necessidade da formação em ensino para os autores de livros didáticos, pode ser interpretado como uma visão intuitiva do que dizem autores como Finley (1994), Meyer (1994) quando demonstram que existe uma diferença fundamental entre as características dos livros didáticos de ciências e os objetivos educativos que esses livros se propõem, uma vez que, geralmente, consistem em uma lista de conteúdos com poucas explicações e poucos aprofundamentos nos raciocínios que sustentam as convicções científicas que estão apresentando, além de não considerarem os conhecimentos prévios dos leitores.

Notamos também como eles oscilam entre tomar o livro didático como um recurso auxiliar ou como um eixo orientador do desenvolvimento das aulas, quando discutem se é o professor que deve adequar o uso do livro ou se é o livro que é adequado para o ensino em determinados níveis ou para determinados alunos. Aspecto colocado também por Meyer (1994) quando diz que se o professor reconhece a quantidade de conteúdos, a informação não relevante e a linguagem figurativa desnecessária, poderá decidir quais atividades e conteúdos ignorar, ou pelo contrário, acabará efetuando ajustes no ritmo de trabalho e na avaliação da aprendizagem para dar conta do conteúdo todo.

Podemos concluir que este grupo de licenciandos percebe a contribuição de recursos como a experimentação e o livro didático nas dinâmicas em sala de aula, mas têm perspectivas ingênuas sobre as quais precisam construir maiores compreensões sobre o que são estes recursos em si mesmos e as formas como podem ser utilizados pelo professor em função de seus objetivos e do contexto. Concluímos também que as reflexões e os debates podem levar os licenciandos a avançar rapidamente em maiores níveis de consciência de suas posturas.

2. Possibilidades de transformação do ensino tradicional

No relato 3 observa-se uma perspectiva crítica dos alunos face aos condicionamentos políticos e sociais que obrigam o professor a perpetuar práticas pedagógicas ligadas a formas tradicionais de transmissão de informações. Também criticam a repercussão que as provas externas, como os vestibulares, têm no desenvolvimento dos currículos e nas interações em sala de aula, ao exercer pressão sobre professores, alunos e escolas para atingir determinados resultados. Tópico no qual os pesquisadores da área têm levantado diversas discussões. Por exemplo, a reflexão de Krasilchik (2000) que coloca o papel do vestibular, como um aspecto altamente influente tanto na organização curricular, quanto nos processos internos do ensino das ciências e que, portanto, precisa ser pesquisado.

Eles percebem também uma grande contradição entre os objetivos educacionais que pedem para a formação cidadã e o que realmente se faz nas escolas, que de fato já estão condicionadas pela transmissão de conteúdos de forma eficiente, visando possibilitar a seus

alunos o acesso à educação superior gratuita. A discussão dos alunos permite ver como eles refletem sobre o papel da escola e do professor no propósito de atingir objetivos maiores, além da preparação para o vestibular, e ao mesmo tempo, observamos que os licenciandos carecem de critérios que lhes permitam reconhecer a importância do que, até o momento, têm aprendido.

Relato 3

Com base no artigo que foi pedido para eles lerem¹⁶, o professor avança numa análise sobre a diferença entre informação, conhecimento e aprendizagem, numa crítica ao ensino tradicional, que trata o conhecimento como um conjunto de informações transmitidas para os alunos.

Face a estas ideias, alguns alunos perguntam sobre como resolver este problema quando o vestibular só pede aprendizagem de informações; eles argumentam que o professor de escola não tem como interferir na mudança do ensino tradicional, porque devem obedecer às leis e aos parâmetros do sistema escolar que, de fato, não respeita as diferenças dos alunos, porque os avalia com testes padrões.

No meio desse debate o professor pergunta: Vocês acham que o papel da escola é preparar para o vestibular? Alguns respondem que não, que ela deve atingir objetivos maiores. Um licenciando disse que o papel é formar cidadãos (vários dão risada). Outros dizem que o sistema deveria ser mudado para formar para coisas importantes, mas que a mudança não se pode conseguir somente dentro da sala de aula. Outros entram numa certa oposição aos anteriores, opinando que se pode “começar por casa”, cada professor tem autonomia de melhorar seu ensino. Outros opinam que o problema é o sistema de seleção nas universidades e, portanto, não se deve culpar o professor por ensinar pensando no vestibular, mas ao governo por aplicar um vestibular que pergunta um monte de coisas que não servem para nada.

Os licenciandos enxergam poucas possibilidades de levar à prática real outras metodologias de ensino, o que provavelmente os leva a adotarem, como primeira a estratégia de replicar as metodologias por meio das quais aprenderam, as quais já obedecem aos padrões aceitos, como se observa também no Relato 4, no qual eles apresentam a tendência de replicar não só as metodologias com as quais aprenderam, mas também as atitudes autoritárias do professor, desconsiderando outras possibilidades de interação com os alunos, ou outros modos de aumentar o interesse dos alunos nos temas em estudo.

Relato 4

Analisava-se um artigo¹⁷ apresentando os tipos de conflitos que um professor iniciante pode encarar ao ter uma fase de transição entre ser aluno e passar a viver preocupações profissionais e como tais conflitos derivam, em grande parte, de suas crenças preexistentes e sua disposição para mudá-las. Conflitos como: o papel de autoridade ou amizade frente aos alunos, relações interpessoais com seus colegas, contradições entre os objetivos institucionais ou contradições entre o currículo e a prática.

Coloca-se como exemplo, a estratégia que alguns professores usam de pedir para os alunos saírem da sala quando não deixam os demais alunos trabalharem. Isso levantou alguns comentários, de lembranças de isso ter acontecido com eles ou em suas salas. O professor pergunta: Como vocês agiriam nesse caso em que tem um estudante que não o deixa trabalhar? A pergunta gera confusão, em geral todos aceitam esta estratégia e concordam que, de outro modo, seria muito difícil. Eles dizem que se o professor não pode fazer isto, então vai perder autoridade.

¹⁶ PACCA, J. *et al.* Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções de senso comum”. **Cad.Bras.Ens.Fís.**,v.20, n.2: p.151-167,ago.2003.

¹⁷ BEJARANO, N.R.; CARVALHO, A.M.P. Tornando-se professor de ciências: Crenças e conflitos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2003.

Note que a ideia de “autoridade” está ligada ao controle da ordem em sala de aula e não à autonomia intelectual ou domínio das relações interpessoais. Esta cena evidencia uma necessidade que eles têm, de modo a desenvolver outras dimensões das interações em sala de aula. Uma vez que, como vimos em relatos anteriores eles chamam a atenção sobre a necessidade de mudar estratégias no ensino, o que pode indicar que têm um nível de consciência de que o ensino tradicional deve ser transformado. Porém, não têm argumentos para vislumbrar outras possibilidades de atuação diferentes ao tradicional.

Se de um lado os alunos enxergam o dilema entre os objetivos e as práticas educacionais no ensino médio, de outra parte, também enxergam uma dicotomia entre os objetivos e as práticas no ensino universitário para formação de professores, cujos objetivos propõem formar professores com uma ampla visão sobre novas metodologias de ensino e cuja prática de ensino é, principalmente, expositiva e de transmissão de conteúdos.

Eles enxergam um problema não resolvido, que a literatura já tem colocado como um desafio para os avanços da pesquisa na área, tal como indica Delizoicov (2010) ao afirmar que a pesquisa em ensino de Física, com foco na docência do Ensino superior para formação de professores, tem que possibilitar uma maior interação entre docentes que fazem pesquisa em Ensino de Física e docentes que fazem pesquisa em Física. Problema tratado no recorte do Relato 5

Relato 5

O professor faz uma apresentação que mostra como os estudos de História e Filosofia da Ciência oferecem novas perspectivas para o ensino, ao fornecer métodos de tratamento dos conteúdos que se afastam do ensino da Física, embasado quase, exclusivamente, no aprendizado de fórmulas. Método que permite ensinar temas de modo a construir mais sentido para os alunos, já que uma das vantagens do uso da História e a Filosofia é que permite um ensino mais crítico e interessante, sem querer falar que deva-se ensinar toda a Física a partir da História e a Filosofia, mas que podem ser utilizados estes conhecimentos para enriquecer e dinamizar o ensino e a aprendizagem de conceitos.

Um estudante pergunta: por que se isso já é sabido, os professores do ensino universitário não mudam suas práticas e continuam a fazer isso que é criticado? Ele se refere ao fato de que o ensino da Física no nível universitário continua a ser embasado, principalmente, no domínio de fórmulas, impedindo um aprofundamento na compreensão dos conceitos, ideia apoiada por vários alunos.

Uma outra situação controvertida foi presenciada na cena do Relato 6, quando eles descobrem que, além de estar convivendo com dilemas em torno aos objetivos de ensino e a prática real ou com dilemas entre as metodologias orientadas pela teoria e a prática real, tomam consciência de que seu domínio do conteúdo da Física não é tão amplo como esperariam. Os licenciandos consideram ter um certo domínio dos conceitos aprendidos nos cursos de Física. Porém, na hora de explicá-los, aparecem confusões. Este fato leva-os a refletir sobre a necessidade de modificar o ensino, começando por revisar as formas de raciocinar sobre o que “sabem” e se projetar para conseguir que seus futuros alunos tenham uma maior compreensão da que eles tiveram.

Relato 6

Faz-se uma apresentação resumida do conteúdo do artigo a ser analisado¹⁸. Trata de uma revisão das possibilidades do modelo de “mudança conceitual” com as respectivas críticas a este modelo e as diferentes definições, que deram à mudança conceitual, a partir de perspectivas mais construtivistas que consideram este processo influenciado por

¹⁸ GATTI, S.; NARDI, R. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n.2, 2004

fatores pessoais, metacognitivos, motivacionais, sociais e históricos e que, em todos os casos, exigem do professor competências para aceitar novas metodologias de ensino.

Ao longo do artigo são trabalhados exemplos com tópicos de Física: conceito de velocidade, diferença entre velocidade angular e linear, natureza da luz e campo de força gravitacional. Em consequência, para exercício de compreensão do conteúdo do artigo, foi preparado um questionário para ser respondido pelos alunos de forma anônima, a fim de analisar junto com eles, os tipos de respostas que dão para estas questões, as quais tratam tópicos de Física já estudados por todos, tanto no ensino médio quanto na universidade.

Foi constatado com eles que, ao lhes pedir para identificar movimentos com maior velocidade e maior aceleração num gráfico de distância percorrida Vs tempo, ao menos 35% deles apresentaram dúvidas ou confusões sobre a representação gráfica de um movimento acelerado.

Ao lhes perguntar por que a aceleração gravitacional (g) é uma constante, encontraram-se dez tipos de respostas diferentes, mas em nenhum dos casos uma resposta satisfatória. Alguns disseram “*por causa da força gravitacional*”, outros “*porque ela não varia com o tempo*”, outro diz “*porque é uma norma, desde que comecei a estudar foi me dada como uma constante*”, outros “*porque é uma relação entre massas e as massas são constantes*”, ou combinações das anteriores.

Ao lhes apresentar um sistema de polias, girando ligados por uma correia e lhes perguntar pela relação do comportamento da Velocidade linear e a Velocidade angular entre as duas polias, constatou-se que somente 20% dos licenciandos conseguiu estabelecer a relação corretamente.

Na aula seguinte foi apresentado para eles os resultados de todas as questões, mantendo sempre em anonimato os autores das respostas. A primeira reação foi de surpresa e rapidamente foram elaborando as respostas certas com falas em público. Vários dos que corrigiram rapidamente, admitiram ter respondido errado e explicaram que talvez nesse momento não se lembravam muito bem da teoria toda; outros ficaram na confusão. E aos poucos foram aparecendo reflexões sobre o que significa conviver com várias concepções sobre uma mesma teoria, uma vez que lembravam de ter passado as provas, mas que talvez ao não compreender bem os temas, ficaram com algumas confusões, que somente ficam evidentes quando têm de responder em um questionário como este, ou quando tentam explicar.

Desta parte, concluímos que os alunos convivem com uma série de contradições entre querer transformar o ensino tradicional, uma vez que eles consideram que aprenderam sob o ensino tradicional e consideram que não é o melhor, e, não encontrar caminhos possíveis para tal transformação. Ou, ter consciência da autonomia do professor, mas ao mesmo tempo sentir-se limitados pela pressão das normativas educacionais ou querer tomar distância da forma como eles aprenderam para praticar um ensino diferenciado, mas acabar replicando esse exercício. Ou, sentir que aprenderam Física, mas não poderem explicá-la satisfatoriamente. Esta realidade coloca neles uma expectativa sobre formas de passar da teoria à prática, a fim de criar novas possibilidades de desempenho profissional.

3. Interdisciplinaridade no ensino de Física

O recorte do Relato 7 leva-nos a pensar sobre a problemática envolvida no ensino das Ciências a partir da perspectiva CTS, a qual segundo Solomon (1988) encara vários dilemas, desde as diversas formas de entender o que vem a ser CTS, passando pelas formas e as intencionalidades de inseri-la nos currículos, até as metodologias em sala de aula. Solomon relata perspectivas embasadas nas ideias de aculturação científica, formação cidadã para tomada de decisões responsáveis, conscientização para o cuidado do meio ambiente, História e Filosofia das relações entre ciência e tecnologia, estudo de problemas sociocientíficos ou visão instrumental entre ciência e tecnologia na indústria.

Perspectivas que, ao serem levadas para a escola, exigem em todos os casos um tratamento interdisciplinar, pois combinam diversas áreas de conhecimento no estudo de um problema e também exigem um conhecimento integrado do problema por parte do professor ou um trabalho cooperativo entre vários professores e fontes de informação, o que tem dificultado sua disseminação. Além disso, deve-se considerar a variável que representa a ideologia do professor, face aos problemas sociocientíficos.

Este relato é um exemplo de como num pequeno grupo de futuros professores existe uma diversidade de posições políticas e científicas frente a uma mesma problemática, o que já faz pensar no impacto que cada um desses professores teria ao trabalhar essa mesma temática com seus futuros alunos. E leva-nos a refletir sobre um dos aspectos problemáticos desta perspectiva, a saber: o papel do professor com sua ideologia no meio das discussões, já que corre o risco de cair em exercícios de doutrinação dos alunos de acordo com seu pensamento ou, pelo contrário, de ficar num diálogo livre sem maior impacto nas transformações de formas de ver o mundo.

Relato 7

A aula começa com uma reflexão do professor sobre a importância das Ciências da Educação e o aprendizado de metodologias para o ensino da Física. Explica como nas últimas décadas, os estudos sobre a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, têm orientado para novas metodologias de Ensino de Física. Em seguida, coloca o exemplo de uma temática que poderia ser abordada com esta intencionalidade, sendo o tema energia nuclear no Brasil, a propósito do recente acidente nuclear na usina de Fukushima, no Japão, que não resistiu ao impacto do terremoto seguido de tsunami.

Apresenta para os alunos um conjunto de vídeos com reportagens que contêm depoimentos e entrevistas de políticos, cientistas, empresários e moradores vizinhos das usinas Angra I e II, no Rio de Janeiro. As reportagens mostram como funcionam as usinas, uma breve história dos acidentes nucleares no mundo, as vantagens e desvantagens da energia nuclear, quais os riscos de segurança e opiniões encontradas sobre a conveniência de continuar com o projeto de construir a usina Angra III. Após assistirem aos vídeos, o professor pediu para responderem, por escrito e de forma anônima, opinando sobre a construção de mais usinas nucleares no Brasil.

Constatou-se que 35% dos licenciandos são favoráveis à construção de mais usinas porque é uma energia limpa e eficaz, porém tomando cuidados como aprender com outros países, fazer mais pesquisa no campo, diminuir os riscos e aumentar a eficiência, assim como controlar o lixo e instruir mais as pessoas sobre o que é realmente a energia nuclear. No entanto, 53% são contra, porém com reflexões, como: deve-se estudar mais a justificativa da energia nuclear nas usinas, já que existem outras formas de produção energética; quais seriam os possíveis avanços reais que trará para o Brasil e quais os investimentos e as pesquisas necessárias; o investimento na procura por fontes mais seguras e; resolver o problema da segurança. E, 12%, têm outras opiniões, afirmando que isso seria uma forma de desenvolver tecnologia para ter potencial bélico ou que ninguém sabe qual é a melhor escolha, já que tem aspectos tanto positivos quanto negativos.

Um dos aspectos que continua impulsionando a pesquisa no campo do ensino de Ciências a partir da perspectiva CTS é o fato de esta ter mostrado caminhos para a inovação metodológica, ao permitir o tratamento dos conteúdos científicos, com visões mais amplas. Observa-se como os licenciandos, ao falarem tocam em temas como: análises de resultados de pesquisa em Física, estudos sociológicos, educação, avanços tecnológicos e posições políticas. Isso deixa ver que a solução de um problema com perspectiva CTS, necessariamente, liga vários campos de conhecimento, fato que pode ser aproveitado para ampliar a perspectiva, a partir da qual ensina-se a Ciência. Porém, isto exige preparação específica, já que não é só questão de colocar problemas sociais em sala de aula e esperar de

que forma vão reagir os alunos ou instruí-los na forma de reagir, mas de contribuir na formação do pensamento crítico e reflexivo.

De outro lado, este tema leva-nos a fazer mais uma colocação no sentido de que o tratamento interdisciplinar de um problema desde a perspectiva CTS, não deve ser confundido com uma metodologia de ensino, a partir de um tratamento integrado de diversos campos disciplinares, entendido também como “interdisciplinaridade”, já que esta última interpretação refere-se à epistemologia do ensino das Ciências, no sentido desenvolvido no capítulo introdutório desta tese, segundo a qual diversos pesquisadores da área mostram que resolver um problema de ensino implica em considerar conhecimentos de diversos saberes disciplinares. Saberes como Psicologia da aprendizagem, História, Filosofia, Epistemologia das ciências, tópicos de Educação, Linguagem, entre outros.

A cena do relato 8 evidencia a complexidade que comporta entender e ensinar o caráter interdisciplinar da área de Ensino de Ciências.

Relato 8

O professor explica que durante o semestre vão estudar problemas de ensino em torno às temáticas da Óptica, mas com uma perspectiva mais conceitual. Pensando, por exemplo, como é que as pessoas explicam o que é a luz? Como um cego que nunca teve acesso à luz imagina que ela seja? Como levar em consideração resultados de pesquisa em ensino e aprendizagem, que pedem para considerar o grau cognitivo dos alunos? Que coisas podem favorecer as minorias e maiorias? Como usar a História e a Filosofia das Ciências no ensino, ao estudar os contextos em que foi produzido o conhecimento? Como trabalhar relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade? E como oferecer uma visão de natureza de Ciência que lute com o estereótipo do cientista como uma pessoa isolada da sociedade, para mostrar a imagem de uma pessoa real com toda sua interação social?

O professor ressalta que todas estas problemáticas evidenciam a importância de entender a questão do Ensino da Física ou das Ciências como uma área interdisciplinar, a fim de poder responder à necessidade de considerar a diversidade de interesses dos alunos. Também significa que o professor deve ganhar autonomia de domínio dos conhecimentos para poder ser menos dependente dos livros Didáticos.

Um estudante pergunta: como levar em conta toda essa diversidade de temas numa aula só? Pergunta apoiada por vários licenciandos.

A questão dos licenciandos denota um certo desconforto ao pensar na ideia de levar à prática de ensino, uma conjunção integrada de todos esses saberes. O que destaca a dificuldade de construir uma visão do Ensino de Ciências como um campo inter ou multidisciplinar e, mais ainda, a dificuldade de entender o que isso significa no interior da sala de aula. Não é simples, especialmente porque implica sair do senso comum do que é ensinar e, além disso, requer que o professor tenha integrado um conjunto de saberes na solução de problemas de ensino da Física que, por sua vez, depende de diversas variáveis (problema, professor, contexto, entre outros).

No Relato 9, observa-se que na medida em que vão tomando consciência da complexidade de alguns aspectos que inicialmente consideraram óbvios ou fáceis a partir do senso comum, eles vão acreditando na importância de aprender a ensinar. Aspectos como: a dificuldade de definir critérios de avaliação coerentes com os propósitos de ensino, a definição de critérios para planejar e desenvolver sequências de atividades interligadas e possíveis de serem desenvolvidas no espaço e no tempo, a linguagem a utilizar, os modos de interagir com os alunos, entre outros.

Relato 9

Esta é a última aula do segundo semestre observado. Os alunos apresentaram aos demais os planos de aula preparados pelos dois últimos grupos. No final da socialização

dos trabalhos, o professor pediu para os alunos ajudarem a levantar pelo menos cinco pontos que pudessem considerar como aprendizados importantes da disciplina MPEF IV. O professor foi colocando alguns, mas outros foram sendo falados livremente. Falaram principalmente sobre os aspectos, nos quais tinham recebido críticas ou observações por parte do professor e da observadora, no momento em que apresentavam suas propostas de planos de aula. Aspectos como: a falta de clareza na forma como avaliariam o aprendizado, já que propunham avaliar a participação, mas não tinham percebido quanto é difícil medir a participação; também falaram da necessidade de levar em consideração as concepções espontâneas, mas com a consciência de que nem sempre são para mudá-las por ideias “certas” ou, sobre a falta de previsão do tempo que levaria desenvolver as propostas ou a falta de critérios para ligar as atividades preparadas numa sequência organizada e com alguma lógica. Tudo isso fez com que falassem que a tarefa de ensinar é bem complexa e exige conhecimentos em diversos campos.

Desse estudo, inferimos que os licenciandos têm a expectativa de entender qual o significado da teoria do ensino da Física na prática de ensino. Eles precisam resolver dilemas sobre como se posicionar ideológica e politicamente numa sala de aula, como identificar problemas de ensino a serem resolvidos para poder agir, em consequência, integrando adequadamente diversos campos de conhecimento e saber quais são os aportes que cada campo de conhecimento oferece ao ensino de Física, para poder entender de que forma podem relacionar conhecimentos de áreas diferentes à Física, para o ensino da Física.

**APÊNDICE D- ESTRUTURA CURRICULAR DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNESP-Bauru.
GRADE HORÁRIA – REESTRUTURAÇÃO**

DISCIPLINAS	1º Ano		2º Ano		3º Ano		4º ano	
	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem
Física I	Física II	Física III	Física IV	Física Matemática I	Física Moderna I	Física Moderna II	Física Moderna II	
Lab. Física I	Lab. Física II	Lab. Física III	Lab. Física IV	Elementos de Álgebra Linear	Mecânica Clássica	Lab. Física Moderna	Lab. Física Moderna	
Met. e Prát. Ens. Física I	Met. e Prát. Ens. Física II	Met. e Prát. Ens. Física III	Met. e Prát. Ens. Física IV	Met. e Prát. Ens. Física V	Organização Escolar	Instr. p/o Ensino da Física	Instr. p/o Ensino da Física	Int. Mec. Quântica
Cálculo Dif. e Int. I	Cálculo Dif. e Int. II	Cálculo Dif. e Int. III	Cálculo Dif. e Int. IV	Estágio Sup. I	Estágio sup. II	Estágio Sup. III	Estágio Sup. III	Estágio Sup. IV
Cálculo Vetorial e Geometria analítica	Química Ger e Inorgânica	Física Comp. I	Física comp. II	Psicologia da Educação	Ciência, Tec., Soc. E Meio ambiente	Didática das Ciências	Didática das Ciências	Optativa
	Lab. Química Ger e Inorgânica	Hist. Ciência	Termodinâmica	Eletromagnetismo		Intr. á pesquisa em Ensino de ciências	Intr. á pesquisa em Ensino de ciências	Optativa
	22	24	24	24	24	24	24	26
total Semestre	20							

Fonte: Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Física da UNESP, Bauru. Disponível em: < <http://www.unesp.br/> >. Acesso em: set. 2011.

APÊNDICE E- QUESTIONÁRIO PARA PESQUISADORES

AVISOS:

- Este questionário faz parte da coleta de dados para a tese “Uma estruturação para o Ensino de Física na formação inicial de professores: contribuições da pesquisa na área”. Os pesquisadores se comprometem a guardar sigilo com a informação e respeitar a ética profissional no uso dos dados.

- As informações dos pesquisadores a serem questionados, foram obtidas após fazer um levantamento dos dados apresentados por cada autor, no seu currículo Lattes e diretório de grupos de pesquisa.

1. Confira os dados do quadro abaixo, os quais identificam a sua atividade profissional. Acrescente ou elimine a informação que considerar necessária.

Nome		E-mail	
Vínculo empregatício:		at. CNPq	
Formação Acadêmica: <i>(Todos os espaços foram preenchidos com base na informação do currículo Lattes e diretório de grupos de pesquisa, para o caso particular de cada pesquisador)</i>			
Área	Subárea		
Grupos de pesquisa em que atua	Função no grupo Líder Pesquisador		
Linhas de Pesquisa em que atua.			

2. Descreva brevemente os principais instrumentos de coleta dados e métodos de análise de dados que utiliza nos projetos de pesquisa que desenvolve atualmente.

<i>(Espaço preenchido com os títulos dos projetos desenvolvidos por cada pesquisador)</i>	
Instrumentos de coleta de dados	Métodos de análise de dados

3. Marque com X as áreas nas quais pode-se enquadrar a sua pesquisa em ensino de Física. A lista de áreas temáticas foi elaborada com base nas consideradas no EPEF e SNEF nas últimas edições.

	<i>Áreas temáticas de pesquisa em ensino de Física</i>
	Ensino/ Aprendizagem/ Avaliação em Física
	Formação e prática profissional de professores de Física
	Filosofia, História e Sociologia da Ciência e o Ensino de Física

	Física e Comunicação em práticas educativas formais, informais e não-formais
	Linguagem e cognição no Ensino de Física
	Tecnologias da informação e comunicação e o ensino de Física
	Didática, Currículo e inovação educacional no ensino de Física
	Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente e o ensino de Física
	Políticas Públicas em Educação e o ensino de Física
	Questões teórico-metodológicas da pesquisa em Ensino de Física
	Outras:

4. Marque com X os LIVROS que usa com maior frequência e/ou que considera de maior importância na fundamentação de suas pesquisas para o ENSINO DE FÍSICA.

(A lista abaixo foi elaborada a partir dos referenciais teóricos utilizados nos artigos produzidos por cada pesquisador, nos últimos dez anos, selecionados com o critério de terem a ver com pesquisa para o ensino da Física e relacionados no Apêndice 1 de cada questionário)

	OUTROS:

5. Marque com X os ARTIGOS que usa com maior frequência e/ou que considera de maior importância na fundamentação de suas pesquisas no ENSINO DE FÍSICA.

(A lista abaixo foi elaborada com o mesmo critério do item anterior)

	OUTROS:

6. Quais considera que são os “objetos de pesquisa” da Pesquisa em Ensino de Física?

Apêndice 1.

(Relação de artigos selecionados por cada pesquisador)

APÊNDICE F- LINHAS DE PESQUISA DECLARADAS PELOS PESQUISADORES

1. Análise de Experiências Didáticas
2. Aprendizagem de Conceitos Físicos
3. Atividade Experimental no Ensino de Ciências
4. Comunicação e cognição didática das ciências,
5. Cultura científica.
6. Cultura, organização e desenvolvimento escolar
7. Desenvolvimento teórico da Didática das ciências e Saberes Docentes
8. Direitos Humanos e Educação.
9. Educação Ambiental e em Ciências à distância
10. Educação das Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais na perspectiva inclusiva
11. Educação de Jovens e Adultos
12. Educação e web
13. Educação patrimonial
14. Educação Tecnológica
15. Educação, Ciência e Tecnologia
16. Ensino de Ciências
17. Ensino de ciências de qualidade na perspectiva dos professores de nível médio
18. Ensino e aprendizagem
19. Ensino e Aprendizagem das Ciências Naturais
20. Ensino e Aprendizagem de Física
21. Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática
22. Ensino e Formação de Professores
23. Ensino-Aprendizagem de Física para os níveis Fundamental e Médio
24. Formação Continuada de professores de Ciências
25. Formação de Professor de Física e Ciências
26. Formação de professores e a pedagogia de projetos
27. Formação de professores para deficientes visuais
28. Formação inicial de Professores de ciências
29. Formação inicial e continuada de professores de física e ciências
30. Fundamentos e Modelos Psico-Pedagógicos no Ensino de Ciências
31. Gênero e currículo
32. Gênero e Educação Infantil
33. História conceitual das ciências: estudo de casos
34. História e Filosofia da Ciência e a formação de professores
35. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências
36. História, Filosofia e Sociologia da Ciência no Ensino de Ciências
37. Inclusão no ensino de física: materiais multisensoriais que auxiliam na compreensão de fenômenos do magnetismo
38. Informação, Ciência & Tecnologia no Ensino de Física
39. Informação, Ciência e Tecnologia no Ensino de Ciências
40. Linguagem e cognição

41. Linguagem no Ensino de Ciências
42. Linguagem, Discurso e Ensino de Ciências
43. Materiais e referencial teórico para o ensino de física moderna para alunos com e sem deficiência visual
44. Material sobre associação de resistores para o ensino de alunos com deficiência visual e auditiva
45. Modelagem e Visualização Científica
46. Modelagem Qualitativa e em nível de objetos e concepções de senso-comum em Ciências e Educação Ambiental
47. Modelagem Quantitativa em Ciências e Educação Ambiental
48. Modelagem Semiquantitativa em Ciências e Educação Ambiental
49. Mudança Conceitual
50. Mulheres nas ciências
51. O ensino de física quântica na perspectiva sociocultural e a formação de professores de física
52. O ensino de Física, questões sociocientíficas e a perspectiva CTS
53. O Laboratório no Ensino de Física
54. Planejamento pedagógico e construtivismo
55. Políticas educacionais e implicações nas redes públicas escolares
56. Políticas Públicas e Gênero
57. Processos formativos de professores
58. Propostas curriculares
59. Psicanálise e Educação
60. Referenciais Epistemológicos para o Ensino e Aprendizagem de Ciências
61. Referenciais Semióticos Aplicados ao Ensino de Ciências e Matemática
62. Relações de gênero, alfabetização e letramento
63. Subjetividade e Ensino de Ciências
64. Teoria de currículo e formação de professores de Física
65. Transposição Didática de Teorias Modernas e a Sobrevivência dos Saberes

APÊNDICE G - FAMÍLIAS DE CATEGORIAS DE PRINCIPAIS REFERENCIAIS TEÓRICOS DOS PESQUISADORES

1. Ensino de ciências

1.1. Construtivismo

DUSCHL, R. A. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, v. 13, n. 1, p. 3-14, 1995.

FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. 80 (194): 5-18, 2001.

GIL-PÉREZ, D., *et al.* ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de las Ciencias**, 17(3), pp. 503-512, 1999.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n.1, 1996.

OGBORN, J. Constructivist Metaphors of Learning Science. **Science & Education**, 6, 1-2, 121-133, 1997.

WHEATLEY, G.H. Construtivist perspectives on science and mathematics learning. **Science Education**, v. 75, n. 1, 1991.

1.2. Espaços não formais

ASH, D.; KLEIN, C. Inquiry in the informal learning environment. *In*: Minstrell, J.; VAN ZEE, E. H. (Eds.), **Inquiry into inquiry learning and teaching in science**. Washington, CA: Corwin, p.216-240, 2000.

CAZELLI, M.; MARANDINO; STUART. *In*: GOUVÊA (Ed). **Educação em Museus: A Construção Social do Caráter Educativo dos Museus de Ciência**. Ed. Acess/FAPERJ, Rio de Janeiro, 2003.

FALK; DIERKING. Learning from museums. Visitor experiences and the making of meaning. Altamira Press, Lanham, 2000. 288 p.

FALK, J. Free-choice science education: how we learn science outside of school. New York: Teachers College Press, 2001.

1.3. Ensino física moderna em níveis básicos

MÜLLER, R.; WIESNER, H. Teaching quantum mechanics on an introductory level. **American Journal of Physics**. New York, v. 70, n. 3, p. 200-209, mar. 2002.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Updating the physics curriculum in high schools: a teaching unit about superconductivity. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v2, 1-13, 2004.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitz Gerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 176-190, ago. 2002.

RICCI, T. F.; OSTERMANN, F.; PRADO, S. D. O tratamento clássico do interferômetro de Mach-Zehnder: uma releitura mais moderna do experimento da fenda dupla na introdução da Física Quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v29, 1, 81-90, 2007.

SANTOS A.C.K.; SAMPAIO, F.F.; FERRACIOLI, L. Um experimento de modelagem dinâmica semiquantitativa com a utilização da técnica dos hexágonos. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v7, n1, 21-35, 2001.

1.4. Física

- ADAMS, S. Quantum bombing reality. **Physics Education**, 33, 6, 378-385, 1998.
- AROCA, S. C.; SCHIEL, D.; SILVA, C. Fun and interdisciplinary daytime astrophysical activities. **Phys. Educ.**, 43, 613-619, 2008.
- DEGIORGIO, V. Phase shift between the transmitted and the reflected optical fields of a semireflecting lossless mirror is $\pi/2$. **American Journal of Physics**, 48, 1, 81-, 1982.
- GALVEZ, E.J., *et al.* Interference with correlated photons: five quantum mechanics experiments for undergraduates. **American Journal of Physics**, 73, 2, 127-140, 2005.
- GILMORE, R. **Alice no País do Quantum**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.
- GUIMARÃES, L. A.; FONTE BOA, M. **Física para o 2º Grau**. 3 volumes: Mecânica; Eletricidade e Ondas; Termologia e Óptica. São Paulo: HARBRA, 1997.
- HUYGENS, C. Tratado sobre a luz. **Caderno de História e Filosofia da Ciência**, suplemento 4, p. 3-99, 1986.
- MARTINS, R. A.; SILVA, C. C. Newton and colour: the complex interplay of theory and experiment. **Science & Education**, v.10, n.3, p. 287-305, 2001.
- PESSOA JUNIOR., O. What is an essentially quantum mechanical effect? **Revista Eletrônica Informação e Cognição**, 3, 1, 1-13, 2006.
- PESSOA JUNIOR, O. Interferometria, interpretação e intuição: uma introdução conceitual à física quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 27-48, mar. 1997.
- PESSOA, O. JR. **Conceitos de Física Quântica**. São Paulo: Livraria da Física, 2003.
- SCARANI, V. Quantum physics, a first encounter: interference, entanglement, and reality. New York: Oxford University Press, 2006.
- SCARANI, V.; SUAREZ, A. Introducing quantum mechanics: one particle interferences. **American Journal of Physics**, New York, v. 66, n. 8, p. 718-721, aug, 1998.

1.5. Fundamentos da área de Ensino de ciências

- CARVALHO, A.M.P. Metodología de investigación en enseñanza de física: una propuesta para estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje. **Enseñanza de la Física**, v.18, n.1, p. 29-37, 2005.
- IZQUIERIDO-AYMERICH, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological Foundations of School Science. **Science & Education**, 12, p. 27-43, 2003.
- KIRSCHNER, P. A. Epistemology, practical work and academic skills in science education. **Science & Education**, v1, 273-299, 1992.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M.J. Investigação em ensino de ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Pro-Posições**, FE Unicamp, v.18, 213-226, 2007.
- OSTERMAN F; MOREIRA M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa física moderna e contemporânea no ensino médio'. **Investigações em Ensino de Ciências**, v5, n1,19-40, 2000.
- SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Editora Unijuí: Ijuí, p. 13-48, 2006.

1.6. História e Filosofia no ensino de Física

- BAPTISTA, J. P.; FERRACIOLI, L. A evolução do pensamento sobre o conceito de movimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 187- 194, 1999.
- GIL-PÉREZ, D. Contribución de la história y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza / aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las ciencias**, 11, 2, 197-212, 1993.
- GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. A. O ensino de óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 18 (1), pp. 26-40, 2001.
- LOCHHEAD, J.; DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. *In*: HEGET, D. (Ed), **Proceedings of the First International Conference on the History & Philosophy of Science in Science Teaching**. Florida State University, Tallahassee, p. 221-229, 1989.
- MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 24 (1), 112-131., 2007.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, 12 (3), 164-214, 1995.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: the role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.
- MELLADO, V.; CARRACEDO, D. Contribuciones de la filosofía de la ciencia a la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, 11, 3, 331-339, 1993.
- PEDUZZI, L. O que é a Física Aristotélica: Por que não considerá-la no ensino da mecânica? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 13, n.1, p. 48-63, 1996.
- SIEGEL, H. On the distortion of the history of science in science education. **Science Education**, v.63, p. 111-118, 1979.
- ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M.J.P.M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na Física do Ensino Médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.

1.7. Inclusão

- CAMARGO E.P.; SCALVI, L.V.A.; BRAGA, T.M.S. O ensino de física e os portadores de deficiência visual: aspectos observacionais não-visuais de questões ligadas ao repouso e ao movimento dos objetos. **Educação em Ciências da Pesquisa à Prática Docente**, v3, p. 117-133, 2001.
- CAMARGO, E. P. Ensino de Física e Deficiência visual: dez anos de investigações no Brasil, São Paulo, Plêiade, 2008.
- CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p.1-13, 2008.
- DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C. Ensino e aprendizagem de física a estudantes com deficiência visual: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, P. 1-14, 2008.
- LINN, M. C.; THIER, H. D. Adapting science material for the blind (ASMB): Expectation for student outcomes. **Science Education**, v. 59, p. 237-246, 1975.
- LOWENFELD, B. **Berthold lowenfeld on blindness and blind people: selected papers**. New York: American Foundaton for the Blind, 1983.
- MANTOAN, M.T.E. **Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?** São Paulo: Moderna, 2003.

- MASINI, E.F.S. O perceber e o relacionar-se do deficiente visual; orientando professores especializados. **Revista Brasileira de Educação Especial**. p. 29-39, 1990.
- MASINI, E.F.S. **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual**: orientando professores especializados. Brasília: Corde, 1994.
- MORTIMER, E.F. Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. **International Journal of Science Education**, (1): pp. 67-82, 1998.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Anomalies and conflicts in classroom discourse. **Science Education**, 84:429-444, 2000.
- SASSAKI, R. K. **Inclusão**: construindo uma sociedade para todos. 5. ed. Rio de Janeiro: WVA editora, 1999.
- SEVILLA, J., *et al.* Physics for blind students: a lecture on equilibrium. **Physics Education**, v.26, p. 227-230, 1991.
- SILVA, S. C. Deficiência visual e identidade: uma construção cognitiva. **Revista Álvares Penteado**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 113 - 127, 2000.
- VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia: el niño ciego. *In*: _____. **Problemas especiales da defectologia**. Havana: Editorial Pueblo y Educación, p. 74-87, 1997.

1.8. Modelos, Representações e Analogias

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; MORALES, L. El concepto de modelo em la enseñanza de la física: consideraciones epistemológicas, didácticas y retóricas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.1, 79-92, 2002.
- BORGES, T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2001.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O. Discurso analógico no ensino superior de física. *In*: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. (Org). **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo, escrituras, p. 11-28, 2006.
- COLL, R. K.; FRANCE, B.; TAYLOR, I. The role of models/and analogies in science education: implications from research. **International Journal of Science Education**, v.27, n.2, p.183-98, 2005.
- DAGHER, Z. R. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies. **Science Education**, v.79, n.3, p. 295-312, 1995.
- DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.10, n. 1, 2005.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning Science. **Science Education**, v75, n6, p.649-672, 1991.
- GRANT, R. Basic electricity: a novel analogy. **The Physics Teacher**, v.34, p. 188-189, 1996.
- GRECA, I. M.; MOREIRA, M. A. Mental, physical, and mathematical models in the teaching and learning of physics. **Science Education**, v.85, n.6, p.106-21, 2002.
- PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers 'and students' use of multimodal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, v. 28, n. 15, 2006.
- SILVA, L. L.; TERRAZZAN, E. A. Familiaridade de alunos do Ensino Médio com situações análogas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v26, n1, p.145-172, 2009.
- SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E.A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.3, n. 2, p. 21-37, 2008.
- TYLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, Dordrecht, v.37, n.3, p.313-331, 2007.

- VAN DRIEL, I.; VERLOOP, N. Teachers knowledge of models and modeling Science. **International Journal of Science Education**, v.21, n.11, p.1141-1153, 1999.
- VITALE, B.; BÉGUIN, C.; GURTNER, J. L. Activités de représentation et modélisation dans une approche exploratoire de la mathématique et des sciences. **Petit**, v. 38, p. 31-71, 1994.
- WALDRIP, B. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary science. **Research in Science Education**, Dordrecht, v.40, n.1, p. 65-80, 2010.
- WALDRIP, B.; PRAIN, V; CAROLAN, J. Learning junior secondary science through multi-modal representations. **International Journal of Science Education**, v.11, n.1, p. 87-107, 2006.

1.9. Pré-concepções

- AIKENHEAD, G. S.; RYAN, A. G. Students' preconceptions about the epistemology of science. **Science Education**, New York, v.76, n.6, p.559-580, 1992.
- ALLIE, S. *et al.* First year physics student's perceptions of the quality of experimental measurements. **International Journal of Science Education**, v.20, n.4, p.447-459, 1998.
- BUFFLER, A., *et al.* The development of first year physics student's ideas about measurement in terms of point and set paradigms. **International Journal of Science Education**, v.23, n.11, p.1137-1156, 2001.
- CARAMAZA, A.; Mc CLOSKEY, M.; GREEN, B. Naïve beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects. **Cognition**, v.9, p.117-123, 1981.
- CARRASCOSA, J. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. **Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v.2, n.2, p. 183-208, 2005.
- DRIVER, R. Students conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**, v.11, n. 5, p.481-90, 1989.
- DRIVER, R. Students' Conceptions and the Learning of Science. **International Journal of Science Education**, v. 11(special issue), p. 481-490, 1989.
- FREDETTE, H.; CLEMENT, J. Student misconceptions of an electric circuit: What do they mean? **Journal of College Science Teaching**, v. 5, p.280-285, 1981.
- HALLOUN, I.A., HESTENES, D. Common sense concepts about motion. **American Association of Physics Teachers**. p.1056-1065, 1985.
- LA ROSA, C., *et al.* Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. **European Journal of Science Education**, v. 6, n.4, p. 387-397, 1984.
- LUBBEN, F.; MILLAR, R. Children's ideas about the reliability of experimental data, **International Journal of Science Education**, v.18, n.8, p.955-968, 1996.
- MARIANI, M.C.; OGBORN, J. Towards an ontology of common-sense reasoning. **International Journal of Science Education**, v.13, n.1, p.69-85, 1991.
- MONTENEGRO, R. L., PESSOA JR., O. Interpretações da teoria quântica e as concepções dos alunos do curso de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.7, n.2, p. 1-20, ago. 2002.
- PACCA, J. L.A, *et al.* Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.2, 2003.
- PACCA, J. L. A; VILLANI, A. Categorias de análise nas pesquisas sobre conceitos alternativos. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v.12, p.123-138, 1990.
- PESSOA JR., O. Interpretações da teoria quântica e as concepções dos alunos do curso de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.2, p.107-126, 2002.
- VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p.205-221, 1979.

VIENNOT, L.; CHAUVET, F. Two dimensions to characterize research-based teaching strategies: Examples in elementary optics. **International Journal of Science Education**, v.19 n.10, p. 1159-1168, 1997.

VIENNOT, L.; KAMINSKI, W. Participation des maîtres aux modes de raisonnement de élèves. **Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.1, p. 3-9, 1991.

VILLANI, A.; PACCA, J.L.A. Students' spontaneous ideas about the speed of light. **International Journal of Science Education**, v.9, n.1, p.55-66, 1987.

1.10. Processos em sala de aula

ALMEIDA, M. J. P. M. Historicidade e interdiscurso: pensando a educação em ciências na escola básica. **Ciência & Educação**, Bauru, v.10, n.3, p.333-341, 2004.

ALMEIDA, M.J.P.M.; SOUZA, S.S.; SILVA, H.C. Perguntas, respostas e comentários dos estudantes como estratégia na produção de sentidos em sala de aula. *In*: NARDI, R.; ALMEIDA, M.J.P.M. **Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 61-75, 2006.

BAIRD JR, *et al.* The importance of reflection in improving science teaching and learning. **J Res Sci Teach**, v.28, n.2, p.163-182, 1991.

BARROS, M. A.; VILLANI, A. A dinâmica de grupos de aprendizagem de física no ensino médio: um enfoque psicanalítico. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.2, 2004.

BRITNER, S. L.; PAJARES, F. Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. **Journal of Research in Science Teaching**, v.43, n.5, p. 485-499, 2006.

BUTY, C.; PLANTIN, C. Variété des modes de validation des arguments en classe de sciences. *In*: BUTY, C.; PLANTIN, C. (Org.). **L'argumentation et l'enseignement des sciences**. Lyon: Presse Universitaire de Lyon. in press, 2009.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n.3, p.117-129, 1989.

CAPECCHI, M.C.V.M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação numa aula de Física. *In*: CARVALHO, A.M. . (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Ed. Thomson, 2004.

CAPECCHI, M.C.V.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de 8 a 10 anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.5, n.3, 2000.

CARVALHO, A.M.P. Building up explanations in physics teaching. **International Research in Science Education**, v.26, n.2, p. 225-237, 2004.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, v.21, n.5, p.556 – 576, 1999.

DUARTE, M.; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.2, p.399-419, 2008.

GARRIDO, E.; CARVALHO, A.M.P. Discurso em sala de aula: uma mudança epistemológica e didática. *In*: **Coletânea 3ª Escola de Verão**. São Paulo, Feusp. 1995.

GERALDI, J.W. Recuperando as práticas de interlocução na sala de aula (Entrevista). **Presença Pedagógica**, v.4, n.24, p.5-19, 1998.

JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.J.; AGRASO, M.F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v.43, p.13-33, jun. 2006.

KRESS, G., *et al.* **Multimodal teaching and learning: the rhetoric of the science classroom**. London: Continuum, 2001.

BOUDA, N.; WEIL-BARAIS, A. **Contextes social et interactionnel d'activités expérimentales à l'école primaire**. Université Paris 5. Rapport de Recherche La main à la pâte. Paris : INRP, 2001.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.283-306, 2002.

ROTH, W-M; LAWLESS, D. Science, culture and the emergence of language. **Science Education**, Pennsylvania, USA, v. 86, n. 3, p. 368-85, 2002.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

TYTLER, R.; WALDRIP, B.G. Improving primary science: schools experience of change. **Investigating**, v.18, p.23-26, 2002.

VIEIRA, R.D.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.2, p.174-193, 2007.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino Médio. **Investigações em ensino de Ciências**, v.8, n.3, Porto Alegre, 2003

1.11. Tendências metodológicas de ensino e aprendizagem

ASTOLFI, J. P. **El error, un medio para enseñar**. Diada Editora S. I. Sevilla, 1999.

CARVALHO, A.M.P., *et al.* **Ciências no Ensino Fundamental**. São Paulo: Scipione, 1998.

CARVALHO, A.M.P., *et al.* **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1999.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**. Buenos Aires: Aique, 1998.

GARCÍA, J.E.; GARCÍA, F.F. **Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación** Sevilla: Diada, 1989.

PIETROCOLA, M. (Org). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Editora da UFSC, Florianópolis, 2001. cap. 1, p. 9-32.

POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. **Aprender y enseñar ciencias**. Madrid: Morata, 1998.

SANTOS, M.E. **Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado**. 2. ed. Lisboa: Livros Horizonte, 1998, 262p.

1.12. Perspectivas Sócio cultural

CARTER, L. Sociocultural Influences on Science Education: innovation for contemporary times. **Science Education**, v.92, n.1, p.165-181, 2008.

CARVALHO, A.M.P. Enseñar física y fomentar una enculturación científica. **Alambique**, n.51, p. 66-75, 2007.

LEMKE, J.L. Articulating communities: Sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v.38, n.3, p.296-316, 2001.

MORTIMER, E.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.7, n.3, p.1-24, 2002.

PEREIRA, A.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. O ensino de física quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v.8, n.2, p.376-398, 2009.

SOLOMON, J.; BLACK, P.; STUART, H. The pupil's view of electricity revisited: social development cognitive growth? **European Journal of Science Education**, v.9, n.1, p.13-22, 1985.

1.13. Uso de TICs

CAMILETTI, G.; FERRACIOLI, L. A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.18, n.2, p. 214-27, out. 2001.

KATELHUT, D.J. The impact of student self-efficacy on scientific inquiry skills: an exploratory investigation in river city, a multi-user virtual environment. **Journal of Science Education and Technology**, v.16, n.1, p.99-111, 2007.

OSTERMANN, F.; PRADO, S.D. Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.27, n.2, p.193-203, 2005.

OSTERMANN, F.; PRADO, S.D.; RICCI, T.S.F. Desenvolvimento de software para o ensino de fundamentos de física quântica. **A física na Escola**, v.7, n.1, p.22-25, 2006.

ROBERTS, N., *et al.* **Introduction to computer simulation: a system dynamic modelling approach**. New York: Addison Wesley, 1983.

SMOLLECH, L. A.; YODER, E. P. Further development and validation on the teaching science as inquiry (TSI) instrument. **School Science and Mathematics**, v.108, n.7, p. 291-297, 2008.

1.14. Visões de natureza de ciência

ADÚRIZ-BRAVO, A. ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. **Unesco**, 2006. Disponível em: <<http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/>>. Acesso em: 21-03-2008.

FERNÁNDEZ, I., *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, n.3, p.477-488, 2002.

GIL-PEREZ, D.; SOLBES J. The introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science. **Int J Sci Educ**, v.5, n.3, p.255-260, 1993.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n.4, p.331-359, 1992.

LEDERMAN, N.G. Teacher's understanding of the nature of science and classroom practice: factor that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.9, 1999.

Mc COMAS, W.F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M.P. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, v. 7, p. 511-532, 1998.

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências. *In*: CARVALHO, A.M.P. (Ed.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

2. Disciplinas que servem ao Ensino de Ciências

2.1. Educação

ALMEIDA, M.J.P.M.; SILVA, H. C. Noções auxiliares na compreensão do fazer pedagógico. **Educação e Sociedade**, v.15, n. 47, p.97-105, 1994.

BRAUND, M.; REISS, M. Towards a more authentic science curriculum: the contributions of out-of-school learning. **Int. J. Sci. Educ.**, v.28, p.1373-1388, 2006.

- CHALMERS, A. Twenty years on: adding the cat's whiskers. **Science & Education**, v.8, p.327-338, 1999.
- FERRACIOLI, L; SAMPAIO, F.F. Informação, Ciência, Tecnologia & Inovação Curricular em Cursos de Licenciatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.8, n.1, p.77-85, 2001.
- LACUEVA, A. La evaluación en la escuela: una ayuda para seguir aprendiendo. **Revista da Faculdade de Educação da USP**, São Paulo, v.23, n.1, p.124-148, 1977.
- MÜHL, E. H. Educação e emancipação: construção e validação consensual do conhecimento pedagógico. *In*: MÜHL, E.H.; FAVERO, A.A.; DALBOSCO, C.A. (Orgs.). **Filosofia, educação e sociedade**. Passo Fundo: Editora UPF, p.61-72, 2003.
- SIEGEL, H. Critical thinking as an educational ideal. **The Educational Forum**, v.14, n.1, p. 7-23, nov, 1980.
- CARR, W. **Una teoría para la educación**. Madrid: Morata, 1996.
- CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Artmed Editora, Porto Alegre, 2000.
- GOWIN, D.B. The Structure of Knowledge. **Educational Theory**, Urbana; v.20, n.4, p.319-28, 1970.
- HANS. **New trends in education in the 18th century**. Routledge, London, 1998.
- PEREZ-GÓMEZ, A. I. **História de uma Reforma Educativa**. Sevilla: Díada, 1997.
- SANTOS, M.E.V.M. **Que Educação?** Santos Edu, Lisboa, 2005.
- STENHOUSE, L. **An introduction to curriculum research and development**. Heinemann, Londres & New York, 1975.
- ZABALA, A. **A prática Educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 1998.

2.2. Educação Matemática

- DUVAL, R. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v.61, p.103-131, 2006.
- RADFORD, L. Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 70, n. 2, p. 111-126, 2009.
- RADFORD, L.; EDWARDS, L.; ARZARELLO, F. Introduction: beyond words. **Educational Studies in Mathematics**, v.70, p.91-95, 2009.
- RADFORD, L.; BARDINI, C.; SABENA, C. Perceiving the general: the multisemiotic dimension of student's algebraic activity. **Journal for Research in Mathematics Education**, Reston, v.38, n.5, p.507-530, 2007.
- ROTH, W-M. Competent workplace mathematics: how signs become transparent in use. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, v.8, n.3, p.161-89, 2003.

2.3. Filosofia e Epistemologia

- ABIMBOLA, I.O. The relevance of the "new" philosophy of science for the science curriculum. **School Science and Mathematics**, v.83, p.181-193, 1983.
- ASH, D.; KLEIN, C. Inquiry in the informal learning environment. *In*: MINSTRELL, J.; VAN ZEE, E. H. (Eds.), **Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science**. Washington, CA: Corwin, p.216-240, 2000.
- BACHELARD, G. **A Filosofia do Não: Filosofia do Novo Espírito Científico**. (original de 1940). Trad. Joaquim José M. Ramos. Lisboa: Presença, 5. ed., 1991.
- BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. (original de 1938). Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1. ed., 1996.

- BAKHTIN, M.M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. 12.ed. São Paulo: Hucitec, 2006. 203 p.
- CHALMERS, A. **What is this thing called Science?** Sta Lucia, Queensland: University of Queensland Press, 1976.
- FOUCAULT, M. **A arqueologia do saber**. 7.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.
- GOOD, R. Rediscovering Gaston Bachelard's work. **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.8, p.819-820, 1993.
- HEISENBERG, W. **Physique et philosophie**. Paris: Albin Michel, 1971.
- HESSE, M. Models and analogy in science. *In*: EDWARDS, P. (ed.) **The encyclopedia of philosophy**, MacMillan, New York, vol. 5, pp. 354-359, 1972.
- JAMMER, M. **The philosophy of quantum mechanics: the interpretations of quantum mechanics in historical perspective**. New York: Wiley, 1974.
- KUHN, T.S. A Conservação da energia como exemplo de descoberta simultânea. *In*: KUHN, T.S. (Ed.). **A Tensão Essencial**, p. 101-141. Trad. de Pacheco, R. Lisboa: Edições 70, 1959.
- LAKATOS I.; MUSGRAVE, A. (Eds) **A Crítica do desenvolvimento do conhecimento**. Cultrix/EDUSP, S. Paulo, 1973.
- LOPES, A.R.C. Bachelard: o filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.13, n.3, p.248-273, 1996.
- ROBIN, N.; OHLSSON, S. Impetus then and now: a detailed comparison between jean buridan and a single contemporary subject. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**, p. 292-305, 1989.
- SIEGEL, H. Rationality and Judgment. **Metaphilosophy**, v.35, n.5, p.597-613, October 2004.
- SILVA, C.C. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.
- STRIKE K. A.; POSNER, G. J. A revisionistic theory of conceptual change. *In*: DUSCHL R, HAMILTON (Eds) **Philosophy of science, cognitive science and educational theory and practice**. SUNY Press, Albany, NY, 1992.

2.4. História

- ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v.13, p.179-195, 2004.
- BRUSH, S. G. Should the history of science be rated? **Science**, v.183, p.1164-1172, 1974.
- BUCHWALD. **The rise of the wave theory of light**. The University of Chicago Press, Chicago, 1989.
- CANTOR. **Optics after newton: theories of light in britain and ireland 1704-1840**, Manchester University Press, Manchester, 1983.
- DARRIGOL, O. **Electrodynamics from ampère to Einstein**. Oxford University Press, New York, 2000.
- HEILBRON, J.L. **Electricity in the 17th and 18th centuries: A study in early modern physics**. New York: Dover Publications, 1999.
- HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v.20, n.2, 1988.
- KOYRÉ, A. **Estudos de História do Pensamento Científico**. Ed. Forense-Universitária, Brasília, 1982
- MARTINS, R.A. Como não escrever sobre História da Física um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n.1, p.113-129, 2001.
- PUMFREY, S. History of science in the national science curriculum: a critical review of resources and aims. **British Journal for the History of Science**, v.24, p.61-78, 1991.

STINNER, A. The story of force: from Aristotle to Einstein. **Physics education**, p.77-85. 1994.

2.5.Linguagem

- ADAM, J. M. **Les textes: types et prototypes**. Paris: Nathan, 1992.
- BAKHTIN, M. **Estética da criação verbal**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. Tradução de Michel Lahud; Yara Frateschi Vieira. São Paulo: Hucitec. 1986.
- BAKHTIN, M.M.; VOLOCHÍNOV, V.N. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.
- BRETON, P. **A argumentação na comunicação**. 1ª ed. Bauru SP: EDUSC, 1999. (Tradução do original francês L'argumentation dans la communication, Paris, Éditions La Découverte 1996).
- BRONCKART, J.P. **Atividade de linguagem, textos e discursos: por um interacionismo sócio-discursivo**. São Paulo: EDUC, 1999.
- DIMBLERY, R.; BURTON, G. **Mais do que palavras: uma introdução à teoria da comunicação**, 4ª ed. São Paulo: Cortez editora, 1990.
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Santiago de Cali, Colombia, 2004.
- ECO, H. **Tratado geral de semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- JOBIN; SOUZA S. **Infância e Linguagem: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin**, 2ª ed. São Paulo: Papirus, 1995.
- LEMKE, J. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. *In*: MARTIN, J.; VEEL, R. (Eds.). **Reading science**. Londres: Routledge, p. 87-113, 1998.
- LURIA, A.R. **Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1987.
- MARTINO, L.C. De qual comunicação estamos falando? *In*: HOHLFELDT, A.; MARTINO, L. C.; FRANÇA, V.V. (Org). **Teoria da comunicação: conceitos, escolas e tendências**. 5ª edição, Petrópolis: Editora vozes, P. 11-25, 2005.
- MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.
- PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. **Tratado da Argumentação**. Tradução do original em francês *Traité de L'Argumentation*, Éditions de l' Université de Bruxelles, Bruxelles. São Paulo: Martins Fontes, 1996.
- PLANTIN, C. **L'argumentation: Histoire, théories et perspectives**. Paris: Presses Universitaires de France. Collètion Qus sais-je? 2005.
- PRIETO, L.J. **Mensagens e sinais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.
- TOULMIN S. E. **Os Usos do Argumento**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- TOULMIN, S. **The uses of argument**. Cambridge University Press, 1958.
- VAN EEMEREN, F.H.; GROOTENDORST, R; KRUIGER, T. **Handbook of Argumentation Theory: A Critical Survey of Classical Backgrounds and Modern Studies**. Foris Publications Holland, 1987.
- VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 495p.
- VYGOTSKI, L.S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

2.6. Psicologia da aprendizagem

- BAJO, M.; CAÑAS, J. Las imágenes mentales. *In*: RUIZ, J. (Org) **Psicología de la memoria**. Madrid: Alianza Editorial. p.267-288, 1991.
- BANDURA, A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological review**, v.84, n.2, p.191-215, 1977.
- BANDURA, Albert. Self-efficacy. *In*: _____. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory**. Englewood Cliffs: Prentice hall, p.390-453, 1986.
- BILLIG, M. **Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. *In*: VYGOTSKY, L.S. (Ed.). **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, p. 1-19, 1994.
- FRICK, F.C.; SCHOENLFEELD, W.N.; KELLER, F.S. Apparatus designed for introductory psychology of Columbia college. **The American Journal of Psychology**, v.61, n.3, p.409-414, 1948.
- GRECA, I.M.; MOREIRA, M.A. Mental models, conceptual models, and modeling. **International Journal of Science**, v.22, n.1, p.1-11, 2000.
- INHELDER, B.; BOVET, M.; SICLAIR, H. **Aprendizagem e estruturas do conhecimento**. São Paulo: Saraiva, 1977. Título original: Apprentissage et structures de La connaissance, 1974.
- JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental Models**. Harvard Press, Cambridge, 1983.
- KAMIL, C.; DEVRIES, R. **O Conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.
- LABORDE, C. Duas utilizações complementares da dimensão social nas situações de aprendizado da matemática. *In*: GARNIER, C., *et al* (Eds). **Após Vygotsky**, 1996.
- LEONTIEV, A.N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. *In*: VIGOTSKI L.S.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. **Linguagem desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo, pp. 59-83, 1998.
- MERCER, N. **Palabras y mentes: como usamos el lenguaje para pensar juntos**. Barcelona: Ediciones Paidós Iberica, S. A., 2001. 239 p.
- NOVAK, J.; GOWIN, D.B. **Learning how to learning**. Cambridge University Press, 1988.
- NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B.; JOHANSEN, G.T. The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high scholl science students. **Science Education**, v.67, n.5, p.625-45, 1983.
- PIAGET, J. **A Noção de Tempo na Criança**. Trad. Rubens Fiúza. São Paulo: Record, sem data (original de 1946).
- PIAGET, J. Aprendizagem e conhecimento. *In*: PIAGET, J., GRÉCO, P. **Aprendizagem e conhecimento**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. Título original: Apprentissage et connaissance, 1959.
- PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: equilibração das estruturas cognitivas**. Lisboa, Dom Quixote, 1977. Título original: L'equilibration des structures cognitives, 1977.
- PIAGET, J. **A tomada de consciência**. São Paulo: Edusp/Melhoramentos, 1977b. Título original: La prise de conscience, 1974.
- PIAGET, J. **Perspectivas social e construtivista. Escolas russa e ocidental**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- PINTRICH, P.R.; MARX, R.W.; BOYLE, R.A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. **Rev Educ Res**, v.63, n.2, 1994.
- POSNER, G. J. *et al*. Accommodation of a specific conception: towards a theory of conceptual change. **Science Education**. v.66, n.2, p.211-227, 1982.

- POSNER, G., *et al.* Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v.66, p. 211-227, 1982.
- POZO, J.I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. *In: COLL, C., et al. Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes* (p.17-71). Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- RUIZ-VARGAS, J.M. (Org.). **Psicología de la memoria**. Madrid: Alianza Editorial, p.267-288, 1991.
- SCHUNK, D.H. Self-efficacy and academic motivation. **Educational Psychologist**, v.26, n.3, p.201-231, 1991.
- TAILLE, Y. **Piaget, Vygotsky, Wallon: Teorias Psicogenéticas em Discussão**. Summus, São Paulo, 1992.
- VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 495p.
- VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 191 p.
- VOSNIADOU, S. Capturando e modelando os processos de mudança conceitual. **Learning and Instruction**, v.4., 1994.
- VOSNIADOU, S.; SCHOMMER, M. Explanatory analogies can help children acquire information from expository text. **Journal of Educational Psychology**, v.80, p.524-536, 1988.
- VYGOTSKY, L.S. **Fundamentos de defectologia, obras completas**. Tomo 5 - Havana: Pueblo y Educación, 1989.
- VYGOTSKY, L.S. Interação entre aprendizagem e desenvolvimento. *In: COLE, M. et al. (Org.). A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007. cap. 6. p. 101.
- VYGOTSKY, L.S. **Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge MA: Harvard University Press, 1978.

2.7. Sociologia

- FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2.ed., 1975.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.
- HABERMAS, J. **Teoría de la acción comunicativa: crítica de la razón funcionalista**. Madrid: Taurus, 1987. (I e II).
- WERTSCH, J.V. **Mind as action**. Nova York: Oxford University Press, 1998.
- WERTSCH, J.V. **Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action**. Harvester Wheatsheaf, 1991.

3. Formação de professores.

3.1. Formação continuada

- REZENDE, E.; OSTERMANN, F. Interações discursivas on-line sobre epistemologia entre professores de física: uma análise pautada em princípios do referencial sociocultural. **Revista Electrónica de Enseñanza de la Ciencias**, v.5, n.3, p.505-522, 2006.
- ADAMS, P.E.; KROCKOVER, C.H. Beginning Science Teacher cognition and its origins in the pre-service secondary science teacher program. **Journal of Research in Science Teaching**. v.34, n.6, 1997.
- ADAMS, P. E.; TILLOTSON, J. W. Why research in the service of science teacher education is needed. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v.32, n.5, p.441-443, 1995.

- ENOCHS, L.G.; RIGGS, L.M. Further development of an elementary science teaching efficacy belief instrument: A preservice elementary scale. **School Science and Mathematics**, v.90, n.8, p.694-706, 1990.
- KAGAN, D.M. Professional growth among preservice and beginning teachers. **Review of Educational Research**, v.62, n.2, p.331-359, 1992.
- LEVITT, K. An analysis of elementary teachers' beliefs regarding the teaching and learning of science. **Science Education**, New York, v.86, p.1-22, 2001.
- OSTERMANN, F.; PRADO, S.D.; RICCI, T. Investigando a aprendizagem de professores de física do ensino médio acerca do fenômeno de interferência quântica. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.35-54, 2008.
- PAJARES, F. Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. **Review of Educational Research**, v.62, n.3, p. 307-332, 1992.
- PALMER, D. Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. **International Journal of Science Education**, v.28, n.6, p.655-671, 2006.
- RIGGS, I.M.; ENOCHS, L.G. Toward the development of an elementary teachers science teaching efficacy belief instrument. **Science Education**, v.74, n.6, p.625-637, 1990.
- VILLANI, A.; PACCA, J.L.A. Un curso de actualización y cambios conceptuales en profesores de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.1, p.25-33, 1996.
- CUNHA, M.I. **O bom professor e sua prática**. Campinas: Papirus, Magistério: formação e trabalho pedagógico, 1989. 182p

3.2. Formação Inicial

- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: Tendências e Inovações**. Editora Cortez, São Paulo, 1998.
- CONTRERAS, J.A. **Autonomia de Professores**. São Paulo: Cortez Editora, p.296, 1999.
- IMBERNÓN, F. **Formação docente profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 3ª.ed., São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Questões da nossa Época, vol. 77).
- INFORSATO, E.C. As dificuldades e dilemas do professor iniciante. In: ALMEIDA, J. S. (Org.) **Estudos sobre a profissão docente**. Araraquara: FCL/Laboratório Editorial/Unesp; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2001. (Série Temas em Educação Básica). p.91-116
- MELLADO, V. Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en la formación inicial de primaria y secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.14, n.3, p.289-302, 1996.
- NASCIMENTO, S.S.; PLANTIN, C.; VIEIRA, R.D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de Física. **Investigações em ensino de Ciências**, v.13, n.2, Porto Alegre, 2008.
- OSTERMANN, F.; FERREIRA, L.M. Preparing teachers to discuss superconductivity at high school level: a didactical approach. **Physics Education**, v.41, n.1, p.34-41, 2006.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T.F. Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física. **Ciência & Educação**, v.10, n.2, p.235-257, 2004.
- OSTERMANN, F.; RICCI, T.F. Conceitos de física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 2005.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Física contemporânea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.18, n.3, p.391-404, nov. 2000.
- QUEIROZ, G. Processos de Formação de Professores Artistas-Reflexivos de Física. **Revista Educação & Sociedade**, n.74, 97-117, abril, 2001.

3.3. Teoria da profissão docente

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- FIorentini, D.; PEREIRA, E.M.A. (Orgs.) **Cartografias do trabalho docente**. Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil - ALB, pp. 237-274, 1998.
- FURIÓ, C.J. Tendências actuales en la formación del profesorado de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.12, n.2, p.188-199, 1994.
- GIL-PEREZ, D. Que hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v 9, n.1, p.69-77, 1991.
- GIROUX, H.A. **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Daniel Bueno (Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas, p. 270, 1997.
- IANNI, O. O professor como intelectual: cultura e dependência. *In*: CATANI, D.B., *et al.* (Orgs.). **Universidade, escola e formação de professores**. São Paulo: Brasiliense, 39-49, 1986.
- LEVY, M.I.C.; SANMARTÍ, N. Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.19, n.2, p.269-283, 2001.
- NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. *In*: NOVOA (Org). **Os professores e a sua formação**. Lisboa, Dom Quixote, 1992.
- NÓVOA, A. Towards a teacher training developed inside the profession. **Revista de Educacion**, n.350, p.203-218, 2009.
- NÓVOA, A. (Org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- PEREIRA, J.D. **Formação de professores: pesquisas, representações e poder**. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.
- PERRENOUD, P. Formar professores em contextos sociais de mudança. Prática reflexiva e participação crítica. **Revista Brasileira de Educação**, v.12, p.5-22, 1999.
- PIMENTA, S.G. Professor Reflexivo: Construindo uma crítica. *In*: PIMENTA, S.G., GHEDIN, E. (Orgs) **Professor Reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. Cortez, S. Paulo, 2002.
- PIMENTA, S.G.; GHEDIN, E. (Orgs.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2002. p.30-52.
- PRAIA, J.F.; CACHAPUZ, A.F.C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação** v.8, n.1, p.127-145, 2002.
- SCHÖN, D. **La formación de profesionales reflexivos**. Barcelona, Buenos Aires, 1992.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. *In*: NÓVOA, A. (Ed.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, p. 77-91, 1992.
- SCHÖN, D. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. Basic Books, EUA, 1983.
- SHULMAN, L. Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v.57, n.1, p.1-22, 1987.
- SHULMAN, L. Those Who Understand: knowledge growth in teaching. **Harvard Educational Review**, v.15, n.2, p.4-14, 1986.
- SOUSA, S. L'animation scientifique, de quelle pratique professionnelle parlons-nous? *In*: LAZAR, A. (Éd.). **Langage et travail: enjeux de formation**, p.382-387. Paris : INRP/CNAM/CNRS-LT, 1998.
- TARDIF, M; LESSARD, C; LAHAYE, L. Os professores face ao saber, esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, Porto Alegre, n. 4., 1991.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Editora Vozes. 2a edição, 2002.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O Trabalho Docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

ZEICHNER, K. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas**. Lisboa: EDUCA, 1993.

4. Modalidades de pesquisa

4.1. Pesquisa qualitativa

ALVES-MAZZOTTI, A.J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 2. ed., 1999.

BLISS, J.; MONK, M.; OGBORN, J. **Qualitative Data Analysis for Educational Research**. London: Croom Helm, 1983.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative Research for Education Boston: Allyn and Bacon, INC**, 1982.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora. Coleção Ciências da Educação, 1994.

CARDOZO, S.A. **A Pesquisa-Ação**. PUC. Rio de Janeiro. Mimeo, 2001.

DENZIN, N.K.; LINCOLN, Y.S. Introduction: Entering the field of qualitative research. *In: DENZIN, N.; LINCOLN, Y. (Eds.) Collecting and interpreting qualitative materials*. Thousand Oaks, CA: Sage. 1998.

ERICKSON, F. Qualitative Research Methods for Science Education. *In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic, 1998.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. *In: WITTROCH, M.C. (Ed.), Handbook of research on teaching*. New York, NY: Macmillan. p.119-158, 1986.

FERRACIOLI, L. **O 'V' Epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação**. Publicação Interna do Model@b/UFES, 2001.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. *In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. (Orgs.). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, p. 244-270, , 2003.

GIOVINAZZO, R.A. Focus group em pesquisa qualitativa: fundamentos e reflexões. **Administração on line**, São Paulo, v. 2, n. 4, 2001.

IBIAPINA, I.M. **Pesquisa colaborativa: investigação, formação e produção de conhecimentos**. Brasília: Líber Livro, 2008.

LEMKE, J. Qualitative research methods for science education. *In: FRASER, B. J.; TOBIN, K. G. (Eds.). International handbook of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishes, v. 2, p.1175-89. 1998.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D. **A Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, SP: EPU 1986.

MIZUKAMI, M.G.N., *et al.* **Escola e aprendizagem da docência: processos de investigação e formação**. São Carlos: EdUFSCar, 2002. 203p.

MORALES, M.; MORENO, M. Problema en el uso de los terminos cualitativo/cuantitativo en la investigación educativa. **Investigación en la Escuela**, v.2, p.149-157, 1993.

POPPER, K.R. **A lógica da pesquisa científica**. Editora Cultrix: São Paulo, 1972.

ROSA, M.V.F.P.C.; ARNOLDI, M.A.G.C. **A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados**, Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1996.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1. ed., 1987.

4.2. Perspectivas de desenvolvimento da pesquisa

- BARDIN, L. **L'Analyse de Contenu**. Presses Universitaires de France, 1977.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BRANDÃO, H.H.N. **Introdução à análise do discurso**. 8. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002, 96p.
- CHARAUDEAU, P.; MAINGUENEAU, D. **Dicionário de Análise do Discurso**. Tradução do original francês Dictionnaire D Analyse du Discours, Éditions du Seuil. São Paulo: Contexto, 2004.
- GADET, F.; HAK, T. (Orgs.). **Por uma análise automática do discurso: uma introdução a obra de Michael Pêcheux**. Campinas: Editora da Unicamp, 1983. p. 61-105.
- IBIAPINA, I.M.L.M. **Pesquisa Colaborativa: Investigação, Formação e Produção de Conhecimentos**. Brasília: Líber Livro, 2008.
- ORLANDI, E.P. **As formas do silêncio: no movimento dos sentidos**. Campinas: Editora da Unicamp, 1995.
- ORLANDI, E.P. **Discurso e leitura**. 2a ed. São Paulo: Cortez; Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1993.
- ORLANDI, E.P. **Interpretação: autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico**. Petrópolis: Vozes, p. 150, 1995.
- ORLANDI, E.P. **Análise de discurso**. 4. ed. Campinas: Pontes, 2002.
- ORLANDI, E.P. **Autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico**. Campinas: Pontes, 2004.
- ORLANDI, E.P. **Discurso e leitura**. São Paulo: Cortez, 2006.
- ORLANDI, E.P. **Discurso e texto: formulação e circulação dos sentidos**. Campinas: Pontes, 2001.
- ORLANDI, E.P. **Paráfrase e polissemia: a fluidez nos limites do simbólico**. RUA: Revista do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade. Campinas, n. 4, p. 9-19, mar. 1998
- PÊCHEUX, M. A análise automática do discurso. *In*: GADET, F.; HAK, T. (Orgs.). **Por uma análise automática do discurso: uma introdução a obra de Michael Pêcheux**. Campinas: Editora da Unicamp, 1983. p. 61-105.
- PÊCHEUX, M. **O discurso: estrutura ou acontecimento**. Campinas: Pontes Editores, 1990.
- PÊCHEUX, M. **Semântica e discurso: uma crítica à afirmação do óbvio**. Campinas: Editora da Unicamp, 1988

APÊNDICE H - FICHA DESCRITIVA DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA E AS DISCIPLINAS DE “METODOLOGIA E PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA III e IV”

O Curso de Licenciatura em Física:
<p>A faculdade de ciências desta Universidade pública tem 9 cursos de Licenciatura e Bacharelado, que abrangem as três áreas do conhecimento (Ciências Humanas, Biológicas e Exatas). Dentro das quais encontra-se a Licenciatura em Física. Este curso tem duração de 8 semestres, noturno, presencial. Desenvolve 182 créditos. Forma professores na área para o ensino médio, objetivando que o profissional egresso possa se dedicar à pesquisa em Física e em Educação, particularmente no ensino de ciências. O projeto pedagógico de curso (PPC) composto por 3 eixos, e um eixo articulador;</p> <p>Eixo 1: Formação de conhecimentos básicos da Física e Ciências afins e seus instrumentais matemáticos.</p> <p>Eixo 2: A Formação dos Conhecimentos Didático-Pedagógicos do professor de Física.</p> <p>Eixo 3: Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Desenvolvimento Humano.</p> <p>Eixo articulador: Metodologia e Prática de Ensino de Física.</p> <p>Seu currículo se resume em quatro grupos de disciplinas;</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Matérias obrigatórias de formação básica (114 Créditos); Matemática, e Fundamentos de Química, Mecânica Geral, Física, Física Experimental, Estrutura da Matéria, Instrumentação para o Ensino de Física. 2. Matérias Obrigatórias Complementares (20 Créditos); Matemática, Matemática aplicada, Física. 3. Matérias Pedagógicas (36 Créditos); Psicologia da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino, Didática, Prática de Ensino. 4. Optativas (12 Créditos).
As disciplinas “Metodologia e Prática de Ensino de Física (MPEF) III e IV”
<p>Estas duas disciplinas formam parte do grupo de disciplinas MPEF I, II, III, IV e, V, sendo que cada nível é pré-requisito do próximo, e todas têm duração de 60 horas por semestre. As disciplinas observadas MPEF III e IV são cursadas no segundo ano, e formam parte do eixo articulador do curso de Licenciatura em Física, por tanto é um espaço que procura a integração entre as disciplinas cursadas simultaneamente no semestre, funcionando como pólo articulador destas. Objetiva-se que o aluno aprenda a inter-relacionar conhecimentos de conteúdo científico e pedagógico, visando a transposição didática dos temas específicos estudados no semestre.</p> <p>A MPEF III, é oferecida no mesmo termo que as disciplinas; Física III (eletromagnetismo), Lab. de Física III, Calculo diferencial e integral III, e, História da ciência. A MPEF IV, junto com; Física IV (Óptica), Laboratório de Física IV, Cálculo diferencia e integral IV, Física computacional II, Termodinâmica.</p> <p>As metodologias utilizadas nas MPEF são: seminário, aula expositiva, discussão em grupo e pesquisa bibliográfica. A avaliação é feita a partir da presença e a participação em sala de aula, prova escrita, trabalhos em grupo e seminários. Os objetivos das disciplinas são: analisar a relação com a pesquisa e formar o estudantes para desenvolver a transposição didática. Os conteúdos programáticos têm como fio condutor os conteúdos específicos da Física; eletromagnetismo e óptica. Com tópicos gerais como: - O laboratório no ensino de ciências; -A História da ciência e o ensino de Física; - Metodologias alternativas para o ensino de física; - Projetos nacionais e internacionais em Ensino de Física; - Parâmetros curriculares Nacionais e proposta curricular de Física para o ensino médio; - critérios de análise e avaliação de livros e outros materiais Didáticos de física e Ciências; - Conhecimento científico e conhecimento pedagógico: a transposição Didática na Física (eletromagnetismo ou óptica)</p>

APÊNDICE I - PLANOS DE AULA DA PROPOSTA DE CURSO DE DIDÁTICA DA FÍSICA

1. Aula No.1

Objetivo

Introduzir a disciplina a partir de uma tentativa de caracterização da Didática da Física.

Conteúdos

Definição de “Didática”, “Didática das Ciências”, “Didática da Física” e “transposição didática”

Metodologia
<p>Dinâmica: do individual ao coletivo e do coletivo ao individual, por meio da análise de trechos de textos, exposição oral, debate e produção escrita.</p>
<p style="text-align: center;"><i>Primeira parte</i></p> <p>1- Apresentação do professor(a), apresentação da disciplina, combinados gerais.</p> <p>2- No final aplicação de questionário com as perguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. O que é Didática? b. O que é Didática da Física? c. O que é transposição didática? <p style="text-align: center;"><i>Segunda parte</i></p> <p>Durante o recesso os professores categorizam as respostas e organizam grupos de 3 pessoas, nos quais fiquem estudantes com perspectivas preferivelmente diferentes.</p> <p>1- Ao começar a segunda parte, eles serão organizados e pedir-se-á que discutam suas respostas num breve espaço de tempo, para depois socializar suas conclusões com a turma.</p> <p>2- Após todas as socializações ou em simultânea, os professores orientarão uma breve reflexão sobre a diversidade de concepções e suas consequências no ensino.</p> <p>3- Em seguida será entregue a cada grupo um trecho diferente, onde diversos autores falam sobre a “transposição didática” e “didática das Ciências”. Cada grupo deverá tentar compreender o trecho e argumentar os pontos em que concorda ou discorda, os quais serão socializados para a turma, sob a orientação por parte do professor, tentando construir um link para a próxima aula, na necessidade de começar por repensar a Física que sabem.</p> <p>No começo da próxima aula será pedido para cada estudante responder novamente as questões iniciais na mesma folha em que escreveu e entregar para o professor(a).</p>

Registros para Avaliação

Participação no preenchimento do questionário inicial e final.

Material de apoio. (trechos de autores)

“A transposição didática apresenta problemas quando embasada em concepções sobre ciência ou concepções sobre as funções da educação científica, já que pode perpetuar práticas sociais de referência, e fixar níveis de formulação de um conceito e tramas conceituais”
(Astolfy, J.P.; Develay, M., 1989)

“A idéia de Transposição Didática foi formulada originalmente pelo sociólogo Michel Verret, em 1975. Porém, em 1980, o matemático Yves Chevallard retoma essa idéia e a insere num contexto mais específico (...). Ele define a Transposição Didática como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que

realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado). CHEVALLARD analisa as modificações que o saber produzido pelo “sábio” (o cientista) sofre até este ser transformado em um objeto de ensino.” (Brockington, G; Pietrocola, M., 2005)

“O conhecimento científico escolar é, de fato, o resultado de um complexo processo de transposição do conhecimento científico, incorporado em manuais universitários, para o contexto do ensino médio e fundamental de Ciências. Neste sentido não há uma exata correspondência entre o conhecimento científico produzido pelos cientistas e o conhecimento científico que é ensinado em nossas escolas, em consequência questiona-se o significado da expressão “processo de ensino e aprendizagem de ciências”” (Villani, C.E.P; Nascimento, S.S., 2003)

“...existe uma mudança de estatuto epistemológico do princípio de conservação de energia (PCE) na sua transposição da ciência para o ensino de ciências. Nas ciências físicas o PCE, assim como os demais princípios físicos, é uma entidade abstrata que auxilia no desenvolvimento de consequências e na limitação das arbitrariedades de um sistema teórico. Enquanto no ensino da física o PCE adquire um caráter mais operacional de treinamento, de exercício, em vez de ferramenta intelectual para a construção de modelos de apreensão do real” (Custódio, J.F.; Pietrocola, M., 2004)

“A Didática das Ciências tem os desafios de definir critérios de seleção dos conteúdos a ensinar, e gerar modelos e práticas adequadas para o ensino de cada tipo de conteúdo. Para o qual, cada disciplina tem uma problemática e estrutura específica”.(Sanmarti, N. 2004)

“A Didática estuda: as situações de aula, as representações dos alunos, e as formas do professor(a) intervir. Ela usa aportes da psicologia, História e epistemologia. Mas é preciso tomar cuidado com a Didática geral que não trabalha o conhecimento das disciplinas específicas, e também tomar cuidado com a Didática específica que se foca no ensino da ciência por si mesma”. (Astolfy, J.P.; Develay, M., 1989)

“A Didática não pode ser um campo isolado de conhecimentos, ela deve ser um eixo articulador, que permita resolver problemas utilizando todos os saberes necessários. A didática específica é o núcleo que permite articular a formação e a prática do professor(a)” (Carvalho, A.M.P; Gil,D., 1985)

Referenciais

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A Didática das ciências**. Tradutora Magda S. Sé Fonseca. São Paulo: Papyrus Editora, 1989.

BROCKINGTON, G. ; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências**. 2.ed. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Princípios nas Ciências Empíricas e o seu tratamento em livros didáticos. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n.3, p.383-399, 2004.

SANMARTÍ, N. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Síntesis Educación, 2002.

VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências (online)**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2003.

2. Aula No. 2

Objetivo.

Usar a Filosofia da Ciência para planejar e responder perguntas de tipo metacognitivo que levem os estudantes a ver a Física, sob novas perspectivas.

Conteúdos

Resolução de um problema aberto relacionado com a queda dos corpos e análise da resolução deste problema, embasados nos trabalhos de Höttecke, D (2010) sobre a Filosofia no ensino de Ciências, e Neto, A.J. (1998) sobre a resolução de problemas.

Buscamos refletir, entre outras, sobre as ideias generalizadas de que:

- Os experimentos não tem teorias que suportam sua evidência;
- Os modelos e explicações saem do experimento;
- O uso dos experimentos no ensino é só para cativar o estudante;
- As explicações dos experimentos não têm lugar a dúvidas.

Metodologia

Dinâmica: do individual ao coletivo, a partir da solução a um problema aberto.

Primeira parte

Começa-se pedindo para os alunos responderem novamente as três perguntas da aula passada.

1. Apresenta-se para a turma o problema: Um corpo é lançado na vertical, para cima. Qual a altura máxima por ele atingida?
2. Pede-se para cada estudante trabalhar de forma individual na descrição qualitativa do problema.
3. Pede-se para os estudantes se reunirem em duplas, para socializarem a análise qualitativa e planejar algum jeito de resolver o problema de forma quantitativa.
4. Em seguida, pede-se para cada dupla analisar as suas respostas com o roteiro;
 - a- Quais são as evidências que lhes permitem acreditar no fenômeno da queda dos corpos?
 - b- Qual a teoria que explica a queda dos corpos?
 - c- Qual é o papel da experimentação neste caso?
 - d- Quais seriam os primeiros passos para ensinar este fenômeno?

Segunda parte

Abre-se a discussão sobre as respostas a cada pergunta do roteiro, com uma reflexão orientada pelos professores, tendo como pano de fundo as contra perguntas abaixo. Estas não são para fazer os estudantes responderem explicitamente, mas para o professor focar a discussão na tentativa de tirar conclusões nesses tópicos.

- a. Por que você acredita nas evidências do comportamento da queda dos corpos?
- b. Como chegou você a compreender a coerência dessa teoria?
- c. Que papel desempenha a experimentação na construção do seu conhecimento?
- d. Pode falar de alguma diferença entre “ensinar Física” e “aprender Física”

Registros para avaliação

- Coavaliação e participação ativa em grupo, registro escrito com as respostas das questões.

Material de apoio para o desenvolvimento das atividades.

- Folha com a questão “Um corpo é lançado na vertical para cima. Qual a altura máxima por ele atingida?”
- Folha com as questões
 - a- *Quais são as evidências que lhes permitem acreditar no fenômeno da queda dos corpos?*
 - b- *Qual a teoria que explica a queda dos corpos?*
 - c- *Qual é o papel da experimentação neste caso?*
 - d- *Quais seriam os primeiros passos para ensinar este fenômeno?*

Referenciais

HÖTTECKE, D. Learning Physics with History and Phylosphy of Science: on effective implementation strategies for an old approach in School Science Teaching In Europe. *In: GARCIA, N.M.D. et al. (Org.). A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias.* São Paulo, Sociedade Brasileira de Física. 2010. p. 45-77.

NETO, A.J. **Resolução de problemas em Física: conceitos, processos e novas abordagens.** Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998. cap. 4, 191-255

3. Aula No. 3

Objetivo

Fazer uso da História e da Filosofia da Ciência para auxiliar os estudantes a refletir sobre suas concepções da natureza da luz e sobre os possíveis usos no ensino e na aprendizagem da Física.

Conteúdo

Visões de natureza da luz ao longo da história.

Metodologia

Dinâmica: do coletivo ao individual, a partir da solução de um quebra-cabeça de linha do tempo sobre a definição de natureza da luz, análise, debate e produção escrita.

Primeira parte

1. Organiza-se a turma em pequenos grupos; faz-se a entrega de um grupo de fichas, que contenha os nomes dos principais cientistas que, ao longo da história, fizeram aportes sobre as concepções da “natureza da luz”. Pede-se aos licenciandos para organizarem as fichas em ordem cronológica.

2. Pede-se a eles que representem uma linha do tempo, desenhando uma linha horizontal, na qual deverão fazer uma escala de 50 em 50 anos, a fim de poder representar ali as épocas em que cada cientista viveu. Dá-se um exemplo e, após concluído o gráfico, os licenciandos deverão levantar hipóteses sobre quais poderiam ser as razões do comportamento observado na linha do tempo.

4. Em seguida pede-se a eles para socializarem as hipóteses que levantaram. O professor orienta a discussão sobre como as culturas, com ênfase nas questões de cunho religioso, filosófico, político, tecnológico ou experimental, incidem, de alguma maneira, no desenvolvimento das produções científicas, assim como as diversas condições culturais ao longo da história, bem como a participação de personalidades e cientistas no processo.

5. Faz-se a entrega de fichas que contém frases representativas da visão de mundo dos autores escolhidos e pede-se para os licenciandos organizarem as fichas numa linha vertical, de forma a combinar as frases com seus respectivos autores.

Espera-se que o exercício leve a perguntas, visando compreender os sentidos expressos nas frases, bem como se a visão do autor é coerente com a concepção de luz como onda, partícula, material ou não material, com velocidade finita ou infinita. Finaliza-se a tarefa tentando refletir sobre as dificuldades dos licenciandos sobre a tarefa.

Segunda parte

Continuando o exercício anterior,

2. Entrega-se um quadro que contém a solução do quebra-cabeça anterior, visando comparar com suas propostas. Pede-se para cada grupo analisar e socializar uma das frases (definida pelo professor).

3. Abre-se a discussão sobre as surpresas que encontraram na tentativa dos mesmos irem sintetizando as visões sobre a natureza da luz, com a finalidade de aprender sobre o termo, como aprender a ensinar o tema.

5. Para finalizar, cada licenciando, de forma individual, deverá responder em uma folha às questões:

- a. Como você descreve a natureza da luz?

b. Que/quais aportes (teorias) sobre a natureza você reconheceu no exercício desenvolvido nesta aula? Como isto pode contribuir para você como professor ou pesquisador em Física ou em ensino de Física?

Registro para avaliação

Participação nas atividades, registro escrito individual.

Material de apoio

*Elementos históricos das visões sobre a natureza da luz
(fichas elaboradas em cartolina)*

484-424 a.c	Empédocles, Grécia	A luz é um movimento transmitido que necessita de tempo para se propagar
480-420 a.c	Leucipo, Grécia	A luz é composta por átomos arredondados e velozes que se deslocam no vazio.
428-348 a.c	Platão, Grécia	A visão de um objeto é devida a três raios de partículas: um proveniente dos olhos, outro proveniente do objeto e outro da fonte iluminadora.
384-322 a.c	Aristóteles, Grécia	A luz é o resultado da atividade de um determinado meio, cuja vibração provoca o movimento de humores presentes nos olhos.
330-275 a.c	Euclides, Grécia	A luz tem propriedades, elas são a refração e a reflexão.
85-165 d.c	Ptolomeo, Grécia	Se percebe a refração solar da luz e das estrelas ao atravessar a atmosfera terrestre. Se descrevem com detalhe as leis da refração e a reflexão.
965-1040 d.c	Alhazen, Iraque	A visão consiste na formação de uma imagem óptica no interior do olho, que funciona como uma câmara escura, onde os raios de luz emitidos por cada ponto do corpo atravessa a pupila e forma um ponto correspondente à imagem do espelho na câmara
1168-1253	R. Grosseteste, Inglaterra	A luz é a primeira forma corporal das coisas materiais
1225-1274	São. Tomas de Aquino, Itália	Dois corpos não podem ocupar o mesmo lugar ao mesmo tempo, porém a luz ou qualquer objeto transparente pode, portanto, a luz não é algo material.
1596-1650	Descartes, França	A luz tem uma tendência natural ao movimento ou pressão e é transmitida com velocidade infinita
1618-1663	Francesco Grimaldi, Itália	A luz pode possuir um fenômeno, além dos já conhecidos (reflexão, refração e difusão), a difração. Observam-se a presença de franjas coloridas internas e externas à sombra de um objeto iluminado
1629-1695	Huygens, Holanda	A luz não vem do corpo luminoso até nós por algum movimento impresso à matéria que está entre os dois. A luz se propaga de forma análoga ao som, mas sabendo que o som não se propaga no vácuo, então existe o éter luminífero que preenche todo o espaço e explica a grande velocidade da luz, que não é infinita.
1635-1703	Hooke, Inglaterra	A luz é produzida por vibrações de um meio sutil e homogêneo e este movimento se propaga por impulso ou ondas simples e de forma perpendicular à linha de propagação
1642-1727	Newton, Inglaterra	Se a luz consiste apenas em pressão propagada sem movimento real, ela não seria capaz de agitar e aquecer os corpos que a refratam e refletem. Os raios de luz não são corpos minúsculos emitidos pelas substâncias que brilham?
1707-1783	Leonard Euler, Suíça	constata problemas na concepção corpuscular (massa e volume das partículas, o conceito de força dos corpos para refletir ou refratar, o conceito de inflexão, a influência da gravitação, entre outros)
1773-1829	Thoms Young, Inglaterra	A luz se propaga em linha reta porque todos os movimentos não perturbados são retilíneos, ou porque em um meio homogêneo e altamente elástico, todas as ondulações são transmitidas retilineamente. A luz tem propriedades análogas as das ondas e por tanto tem interferência.
1831-1879	James Clark Maxwell, Escócia	A luz se comporta como uma onda eletromagnética
1857-1894	Henrich Hertz, Alemanha	Confirma-se que as ondas eletromagnéticas são detentoras de propriedades de ondas luminosas.
1858-1947	Max Planck	A radiação dos objetos está relacionada à temperatura e ocorre como a

	Alemanha	emissão de “quantas” de energia.
1868-1953	R. Millikan EEUU	Confirma-se a quantização da energia. Medida da carga do elétron.
1879-1955	A. Einstein, Alemanha	A luz é composta por partículas de energia (quanta de energia)

Referenciais

SILVA, B.V.C.E.; MARTINS, A.F.P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio.

Experiências em Ensino de Ciências, Campo Grande, v.5, n.2, p.71-91, 2010.

SILVA, B.V.C.E. **Controvérsias sobre a natureza da luz**: uma aplicação didática. 2010. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática., Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 180p. 2010.

4. Aula No.4

Objetivo

Usar os saberes da epistemologia para orientar por meio de um breve exercício de pesquisa, a identificação de seus perfis epistemológicos com relação ao “tempo”

Conteúdos

Obstáculo epistemológico e perfil epistemológico na concepção de tempo.

Metodologia

Dinâmica: a pesquisa, a partir da aplicação e análise de questionário que visa detectar perfis epistemológicos sobre o conceito de tempo.

Primeira parte

Faz-se a apresentação da aula, indicando que vai se realizar um exercício de reconhecimento dos perfis epistemológicos da turma e a respectiva análise, por meio de aplicação e análise de um questionário. (Questionário tomado do trabalho de Martins, A. F. P. ; Pacca, J. L. A (2005))

1- Pede-se aos estudantes para redigir e/ou desenhar em uma folha de papel (em branco) tudo o que relaciona com a palavra “TEMPO”, de forma individual.

2- Pede-se para eles responder na mesma folha as seguintes perguntas, as quais vão se ditando uma de cada vez, dando um tempo prudente para eles responderem.

a. O tempo passa mais rápido ou mais devagar, às vezes?

b. A passagem do tempo varia de pessoa para pessoa?

c. Como você percebe que o tempo passa?

d. Como podemos marcar / medir a passagem do tempo?

e. Existe tempo sem os relógios? E sem o ser humano?

f. Se tem um relógio de areia, um de corda e um digital: como eles funcionam? Qual é o melhor? Qual é o mais preciso?

3- Depois de recolher os questionários, pede-se para se organizarem em grupos e faz-se entrega de um grupo de questionários, tentando que não correspondam aos autores. Cada grupo também terá o “roteiro de observação 1” com o qual vão a “observar” as respostas. Cada grupo deverá marcar um questionário com uma letra, a qual deverão escrever no cabeçalho de cada coluna para preencher com X os quadradinhos que indicam a presença de cada um dos aspectos elencados nas filas.

4- Pede-se para cada grupo fazer uma descrição oral dos resultados que obtiveram.

Segunda parte

1- O professor começa explicando os perfis epistemológicos segundo Bachelard, de acordo com o trabalho de Martins, A. F. P. ; Pacca, J. L. A (2005). A saber; perfil ingênuo, perfil empirista, perfil racionalista, e perfil surracionalista.

2- Os textos de cada um dos perfis epistemológicos de Bachelard serão entregues a cada grupo, pedindo para eles estudarem para identificar a intensidade (maior presença) em cada um dos perfis filosóficos encontrados em cada questionário, por meio do “roteiro de observação 2” no qual deverá ademais elaborar uma descrição escrita dos resultados.

3- Para finalizar o professor(a) orientará reflexões em tópicos como;

- O tempo não é apenas um conceito, mas uma “categoria ontológica fundamental”.

- Todos podemos ter visões em todos os perfis, só que em alguns com maior intensidade que em outros.

- Em acordo com as escolas filosóficas bachelardianas para o conceito de tempo existe uma visão de progresso epistemológico, que tem paralelos com a história da ciência. Então é fundamental se perguntar em que medida o ensino da Física no nível médio pode contribuir para esse progresso.

- É importante pensar o ensino da Física em termos de compromissos epistemológicos com os estudantes, identificando a presença de obstáculos de natureza epistemológica para explorar as visões dos estudantes e auxiliá-los na construção de outras visões.

Registros para Avaliação

Questionário e informe de trabalho em grupo

Material de apoio

Roteiro de observação 1

Integrantes do grupo:

Data:

Indicações: marque com uma letra cada questionário. Escreva tais letras nas colunas de “identificação dos questionários”. Identifique para cada questionário a presença de cada um dos aspectos a observar, indicando com X quando houver.

Aspectos a observar	Identificação questionários					
(formas de perceber o tempo)						
Sensações de natureza subjetiva (tempo de espera, tédio, etc.)						
Associações da passagem do tempo com ações ou atividades do próprio sujeito (dormir, praticar esporte, etc)						
Fenômenos não-cíclicos e não uniformes (envelhecimento, crescimento de plantas, etc)						
Fenômenos que denominaremos de “uniformes”, numa alusão a um fluxo constante de alguma substância (clepsidra, relógio de areia)						
Aspectos a observar	Identificação questionários					
(Visões sobre natureza do tempo)						
O tempo é algo próprio do sujeito, pode ser em dependência das sensações do sujeito ou como algo comum a todos os demais indivíduos						
O tempo existe no mundo desde que haja alguém para percebê-lo e medi-lo						
O tempo é absoluto, existe por si, independente da matéria ou do movimento						
O tempo existe mesmo na ausência da consciência e dos seres humanos para medi-lo, mas sem a material não haveria tempo, está em função da existência dos objetos e dos						

movimentos.							
-------------	--	--	--	--	--	--	--

Roteiro de observação 2

Integrantes do grupo:

Data:

Indicações: Escreva na coluna 1 as letras que identificam os questionários. Em acordo com as definições de cada perfil segundo Bachelard, determine para cada questionário uma avaliação qualitativa com os seguintes critérios: Não contém aspectos (NA), Contém alguns aspectos (AA), Contém a maioria dos aspectos (MA), Contém todos os aspectos (TA).

Questionários	Intensidade nos perfis epistemológicos			
	Realismo Ingênuo	Empirismo	Racionalismo tradicional	Surracionalismo

Perfis Epistemológicos de Bachelard

(Tomado do trabalho de Martins, A. F. ; Pacca, J. L. A. (2005))

1. Realismo ingênuo

Caracterizado por uma noção de tempo essencialmente carregada de subjetividade e marcada pelo egocentrismo; pela associação indevida do tempo ao esforço físico (quanto maior o esforço para a realização de uma atividade, mais tempo passa) ou à distância (um objeto que percorre uma distância maior do que outro, leva necessariamente mais tempo para fazê-lo). O tempo, nesse estágio, permanece *heterogêneo*, não sendo aplicável a todos os objetos e movimentos.

O pensamento realista também pode ser caracterizado pela ideia de passagem desigual das horas, ou seja, pela ideia de que a passagem do tempo depende (varia) de indivíduo para indivíduo. Ele não é ainda um “parâmetro matemático abstrato”, não havendo uma medida unívoca do tempo claramente determinada por algum aparelho.

Também consideramos como realista a visão que exige a presença de um indivíduo para que haja a “contagem” do tempo. O conceito de tempo vincula-se assim a uma espécie de “animismo”, uma vez que sua realidade ontológica é dependente de um espírito que o marque.

2. Empirismo

A superação do realismo permite a construção de um tempo único e comum a todos os objetos e movimentos. Esse tempo homogêneo é uma quantidade mensurável e pode ser determinado por aparelhos de medida. Mais do que isso, para o pensamento empírico, o tempo reduz-se aos procedimentos de sua medição.

Qualquer que seja o aparelho destinado à marcação do tempo, há sempre uma ideia de repetição presente: seja a de uma unidade que corresponde ao próprio ciclo de um fenômeno físico periódico (p.ex.: em relógios de pêndulo), seja a de uma unidade imposta arbitrariamente sobre o fluxo contínuo e uniforme associados a fenômenos físicos regulares, mas não periódicos (p.ex.: em relógios d’água).

Embora possamos associar a uma visão empírica certas propriedades do tempo, como linearidade, continuidade e homogeneidade, o empirismo ainda não as considera a partir de uma perspectiva de conjunto: o tempo ainda não se insere, nesse estágio, num corpo de conhecimentos articulado.

3. Racionalismo Tradicional

O racionalismo caracteriza-se pela inserção do tempo – objetivo – num corpo de conhecimentos. As propriedades do tempo ganham significação no interior de uma teoria: a mecânica clássica. O tempo racionalista independe do referencial (é, portanto, absoluto) e da matéria. É um verdadeiro *parâmetro matemático abstrato*, que participa das equações mecânicas e permanece inalterado por uma mudança de coordenadas entre dois sistemas inerciais de referência (segundo as “transformações de Galileu”).

O pensamento racionalista supera e alarga o empirismo, separando o tempo único e comum (que tem uma “existência em si”, é algo absoluto e independe de qualquer coisa externa) de sua medida aproximada (que Newton chama de “tempo relativo” nos *Principia*...). O relógio já não define o tempo, apenas o marca.

4- Surracionalismo

A região surracionalista talvez seja a mais difícil de caracterizar, em parte porque as diferenças epistemológicas em relação ao racionalismo tradicional podem ser sutis ou objeto de controvérsia, uma vez que aqui reside uma parte da “novidade” trazida pelo pensamento bachelardiano. Seguir os pontos de vista ontológico e histórico, no entanto, quando pensamos no conceito de tempo, torna a tarefa menos árdua.

Procuramos, então, caracterizar o conceito surracionalista de tempo a partir de duas perspectivas: Por um lado, as teorias da relatividade (especial e geral) negam o tempo absoluto newtoniano, fazendo o transcorrer do tempo depender do referencial adotado (as “transformações de Lorentz” substituem as “transformações de Galileu”) e da presença de matéria. Surge o espaço-tempo quadridimensional, não sendo mais possível pensarmos o tempo

isoladamente. Por outro lado, a termodinâmica e a mecânica estatística levam a uma nova compreensão do conceito de tempo ao oferecer uma abordagem explicativa (de natureza probabilística) para a irreversibilidade temporal. O que era uma “constatação sem explicação” nos estágios anteriores, agora é um *resultado*.

Dessa forma, o conceito de tempo que surge com a Física mais avançada rompe com a noção de tempo absoluto da mecânica newtoniana, ao mesmo tempo que a alarga (embora ontologicamente o tempo da mecânica clássica seja diferente do tempo relativístico, as “transformações de Lorentz” reduzem-se às “transformações de Galileu” para $V \ll c$, evidenciando uma continuidade no plano estritamente lógico-matemático).

É importante frisar, aqui, que não se trata de “juntar” o conceito de tempo da teoria da relatividade com a perspectiva oferecida pela termodinâmica, mas, antes, de separar essas novas noções – conceitualmente diferentes no campo da Física – da noção anterior (de tempo absoluto). Assim, a zona surracionalista, a princípio, poderia dispersar-se num espectro potencialmente amplo. Uma vez que os sujeitos de nossa pesquisa dificilmente manifestam visões que contenham aspectos dessa região; não nos preocuparemos nesse trabalho em aprofundar essa caracterização ou, por exemplo, em diferenciar o racionalismo complexo do racionalismo dialético. Além disso, muitas questões relativas ao tempo permanecem em aberto ainda hoje, o que tornaria essa possível diferenciação ainda mais difícil e controversa.

Um possível caminho para pensarmos a diferenciação entre racionalismo complexo e racionalismo dialético deve levar em consideração, a nosso ver, os aspectos quânticos relacionados ao tempo, assim como a perspectiva de um tempo descontínuo colocada por alguns filósofos.

Referenciais

MARTINS, A.F.P.; PACCA, J.L.A. O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gastón Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-34, 2005

5. Aula No.5

Objetivos

- Incentivar o reconhecimento dos colegas licenciandos como pares avaliadores das produções dos licenciandos;
- Refletir sobre o problema da “observação” e a “medição” dos fenômenos físicos.

Conteúdos

- A coavaliação como estratégia de interação entre os estudantes;
- O significado do “observar” no âmbito da Física;
- Reflexões sobre a definição em termos absolutos do “grande” e o “pequeno” na natureza.

Metodologia

Dinâmica: “o rodízio” a partir da observação individual, *coavaliação* da produção escrita individual e *o debate*.

Primeira parte

1. Entrega-se um objeto (folha de uma árvore) para cada licenciando, pedindo para eles o observarem durante alguns minutos e descrever suas características por escrito.
2. Organiza-se a turma em um círculo, a fim de desenvolver a “dinâmica do rodízio”. Esta dinâmica consiste em, inicialmente, cada um ter em suas mãos o papel com a descrição que fez sobre a folha de árvore; em seguida, cada licenciando passa sua descrição para o colega do lado direito e, cada vez que o professor indicar passa-se, de novo, para o próximo colega, e assim sucessivamente. Até que cada um receba o papel de sua própria descrição. Cada licenciando deverá ler as observações dos seus colegas e escrever aqueles aspectos que ele não observou, mas que os outros observaram.
3. Cada licenciando deverá ler e analisar o conteúdo da versão final de sua folha de descrição e socializar com a turma o que aprendeu sobre a atividade de coavaliação e também deverá

responder o que significa “observar”.

Segunda parte

Pede-se para a turma se organizar em quatro grupos. Cada grupo deverá responder por escrito a seguinte questão:

- Defina, em termos absolutos (não relativos), os limites do “grande” e do “pequeno” na Natureza.
- 2. As folhas com as respostas de cada grupo deverá passar para os demais, uma de cada vez, até os quatro grupos terem lido as quatro produções. Cada grupo analisará a folha do grupo que recebeu e poderá concordar ou discordar dos aspectos citados pelo outro grupo.
- 3. Em seguida, abre-se o debate para tentar chegar a um acordo comum, sobre o modo mais apropriado de definir o “grande” e o “pequeno” em termos absolutos.

Os professores orientarão a reflexão sobre alguns paradigmas relativos à “observação” na construção da Física, por exemplo, no surgimento da Mecânica quântica, quando, estabelecer os limites do poder de observação constituiu-se em um grande problema, que levou à necessidade de definir em termos absolutos o que é “grande” e o que é “pequeno” a fim de se pensar nas técnicas de observação em cada caso e a linguagem apropriada para descrever tais observações.

Registro para avaliação

Registros escritos

Participação nas dinâmicas de sala de aula.

Material de apoio

- Folhas de árvore,
- Folhas brancas
- Folha para resposta à questão formulada. “Defina, em termos absolutos (não relativos), os limites do “grande” e do “pequeno” na Natureza.”

Referenciais

ALMEIDA, M.J.P.M.; NARDI, R.; BOZELLI, F. A diversidade de interpretações como fator constituinte da formação docente: leitura e observação. **Educar**, Curitiba, n. 34, p. 95-109, 2009.

PESSOA JUNIOR, O. O problema da medição em mecânica quântica: um exame atualizado. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, série 3, v.2, n.2, p.177-217. Jul-Dez.1992.

6. Aula No.6

Objetivos

- Avaliar a compreensão das leituras realizadas sobre os diferentes referenciais teóricos trabalhados nas primeiras quatro aulas;
- Apresentar uma retroalimentação dos resultados obtidos nos exercícios desenvolvidos nessas primeiras aulas, a fim de estimular a autoavaliação e a coavaliação.

Conteúdos

- Produção escrita sobre tópicos desenvolvidos com base nos diferentes referenciais teóricos;
- Análise dos resultados obtidos nos diversos exercícios, a partir de uma análise textual discursiva

Metodologia

Dinâmicas: prova escrita, retroalimentação.

Primeira parte

Cada licenciando deverá selecionar três artigos dentre os referenciais trabalhados e desenvolver os aspectos a seguir para cada.

- Ideia geral do artigo.
- Reflexão crítica sobre o conteúdo do artigo (aspectos que ressalta como interessantes, aspectos com os quais discorda, contexto de produção do artigo, possíveis aplicações etc.)

Segunda parte

Apresentação (Power Point) por parte dos professores, com espaços para comentários e discussão. (documento anexo)

Registro para avaliação

Prova escrita

Material de apoio

- Apresentação Power Point com retroalimentação dos resultados das avaliações.

Prova

Didática das Ciências (2012-I)

Professores: Roberto Nardi - Olga Castiblanco.

PROVA 1. Data: 18 / 04 / 12

Esta prova é de caráter individual e não será permitida a consulta a qualquer apontamento

Dos referenciais abaixo, estudados nas quatro primeiras aulas desta disciplina, selecione três que você considera que foram mais significativos para a sua formação.

Para cada um dos três artigos selecionados, descreva:

- 1) A ideia geral do artigo.
- 2) Faça uma reflexão crítica sobre o conteúdo do artigo (aspectos que considera interessantes, pontos de discordância, contexto de produção do artigo, possíveis aplicações etc.)

REFERÊNCIAS

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A Didática das ciências**. Papirus Editora. 1989 (CAPITULO 3)

BROCKINGTON, G. ; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências* (Online), UFRGS - Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. GIL Perez, Daniel. **Formação de Professor(a)s de Ciências: Tendências e inovações**. Cortez Editora. São Paulo.

CUSTÓDIO, J. F. ; PIETROCOLA, Maurício . Princípios nas Ciências Empíricas e o seu Tratamento em Livros Didáticos. **Ciência e Educação** (UNESP), Bauru, v. 10, p. 383-399, 2004

VILLANI, C. E. P. ; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências : uma atividade experimental no laboratório didático de Física no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 1-15, 2003.

HÖTTECKE, D. Learning Physics with History and Phylosphy of Science: on effective implementation strategies for an old approach in School Science Teaching In Europe. In: GARCIA, Nilson M.D., et al. (Org.). **A pesquisa em ensino de Física e a sala de aula: articulações necessárias**. Sociedade Brasileira de Física. Brasil. 2010.

NETO, A.J. **Resolução de problemas em Física**. Instituto de Inovação Educacional. Lisboa. 1998 (CAPITULO 4)

SILVA, B. V. C. E. ; MARTINS, A. F. P. . A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências** (UFRGS), v. 5, p. 71-91, 2010.

SILVA, B. V. C. E. ; MARTINS, A. F. P. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática**. *Dissertação de mestrado*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2010.

MARTINS, A. F. P. ; PACCA, J. L. A. . O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gastón Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-34, 2005.

Referências

FAGUNDES, T.C.S. Avaliação do Ensino da Física, um compromisso com a aprendizagem. Passo fundo: Editora UPF, 2002. 188p.

7. Aula No.7

Objetivos

- Levar o licenciando a evidenciar a necessidade de adquirir saberes vindos de diversas disciplinas, a fim de poder dar o tratamento adequado ao saber da Física que possui, que lhe permitirá dar sentido ao labor profissional de ensinar Física, para públicos específicos: alunos com deficiência visual, crianças, adolescentes no ensino meio e educação para jovens e adultos.

Conteúdos

- As principais dificuldades de comunicação com alunos deficientes visuais;
- As características do pensamento infantil com relação a aprendizagem do mundo físico;
- As perspectivas de aprendizagem de jovens e adultos reinseridos no sistema escolar;
- Contribuição do ensino da Física em habilidades atitudinais, procedimentais e conceituais no ensino médio, por meio do uso de analogias.

Metodologia

Dinâmica: *trabalho colaborativo*, a partir da análise do ensino de Física para quatro tipos de alunos: deficientes visuais, crianças, adultos e adolescentes.

Primeira parte

Introdução por parte do professor com uma breve descrição dos quatro âmbitos a serem trabalhados (alunos com deficiência visual, crianças, adolescentes no ensino médio e educação para jovens e adultos) e explicação da forma como foi elaborado o material de apoio para esta aula.

- Pede-se para a turma se organizar em quatro grupos. Cada grupo receberá o material que contém recortes de um artigo, a fim de colocar problemas reais do ensino da Física, nos âmbitos já mencionados e deverão responder duas questões após fazer a leitura.

- Pede-se para os grupos fazerem rotação com o material, a fim de que os quatro grupos leiam os quatro materiais preparados e contribuam na ampliação das respostas as questões finais, numa perspectiva colaborativa.

Segunda parte

- Pede-se para cada grupo socializar os resultados finais do consolidado das respostas dos quatro grupos a cada uma das atividades.

- A professora apresentará uma síntese dos conhecimentos básicos que os licenciandos devem adquirir a fim de intervir adequadamente nestes âmbitos educacionais, com base nos resultados obtidos pelos autores dos artigos.

Registro para avaliação

Participação coletiva e registro escrito.

Material de apoio

Atividade 1: Material preparado sobre o artigo “A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Física moderna.

Atividade 2: Material preparado sobre o artigo “ As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de Física do ensino médio”

Atividade 3: O ensino de Ciências no primeiro grau. (Capítulo 5)

Atividade 4: Concepções sobre Ciência e ensino de Ciências de alunos da EJA.

Apresentação de Power point com resenhas dos artigos trabalhados

Referenciais

CAMARGO, E.P.; NARDI, R.; CORREIA, J.N. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de física moderna. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v.10, n. 2, 2010.

SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E. As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v.6, n.1, p.133-154. 2011.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de Ciências no primeiro grau**. 2. ed. São Paulo: Atual. 1987. cap. 5, 52-79.

FERREIRA, S.C.P.; ZIMMERMANN, E. Concepções sobre ciência e ensino de ciências de alunos da EJA. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC). Florianópolis. 2009.

8. Aula No.8

Objetivo

Envolver os licenciandos em um exercício que os leve a integrar alguns dos seus conhecimentos de Física, com os problemas “consumo de energia” e “aquecimento global” para o planejamento de uma aula.

Conteúdos

- Propostas, críticas e desafios da Didática das Ciências na perspectiva CTS.
- Documentos de descrição científica sobre “consumo de energia” e “aquecimento global” no ensino da Física.
- Notícias recentes sobre “a lâmpada que dura 20 anos e custa U\$60 chega as lojas dos EUA”, e “a mudança climática acelera ciclo de chuva” extraídos de um jornal.
- Vídeo sobre notícias recentes de projeto de lei no senado brasileiro, sobre política ambiental.

Metodologia

Dinâmica: o debate, a partir do problema na interpretação do significado da relação CTS

Primeira parte

- Faz-se uma introdução sobre o tema dialogando com os licenciandos, discutindo o que significa a perspectiva CTS, os problemas de se focar numa linha CT, ou CS, sem atingir as relações CTS, as contradições que isso têm gerado e os desafios para a Didática das Ciências. Enfatiza-se que desenvolver o ensino a partir da perspectiva CTS não é trabalhar aplicações tecnológicas dos conceitos físicos, esquecendo os aspectos socioculturais. Também não é só trabalhar questões sociais, esquecendo as implicações tecnológicas; não é inserir na sequência de atividades de ensino alguma atividade extra, seja como introdução ou como finalização da aula tradicional. A perspectiva CTS é, então, uma forma de tratar os conteúdos científicos ao longo de todo o processo de ensino: problemas para serem resolvidos pelos estudantes, introdução de conceitos, resolução de problemas, atividades práticas e avaliação. Sem renunciar à construção de corpos coerentes de conhecimento em sala de aula. Na sequência:

- Apresenta-se o vídeo sobre “política ambiental”.

- Entregue-se para cada estudante o material sobre “consumo de energia” e “aquecimento global” e sobre a lâmpada ecológica e a aceleração do ciclo das chuvas, pedindo para que eles os leiam e decidam quais conteúdos da Física poderiam ensinar com base nesta problemática.

- Divide-se a turma em dois grupos (6 pessoas cada) e pede-se para socializarem suas propostas de tratamento de conteúdos e optarem por uma que seja de consenso.

Segunda parte

- Solicita-se que os licenciandos trabalhem em duplas, preenchendo um formulário que contenha a estrutura de um plano de aula, no qual deverão propor como desenvolveriam o conteúdo da Física selecionado no exercício anterior, em aspectos como: problema a resolver com os estudantes, introdução de conceitos, resolução de problemas, atividades práticas e avaliação.

- Pede-se para socializarem nos grupos de seis colegas e indicar um relator que possa socializar os resultados gerais de cada grupo para toda a turma.

- Abre-se o debate para discutir sobre as posições tomadas nos diferentes grupos.

Registros para Avaliação

- Participação oral no debate
- Formato de elaboração de propostas de aula.

Material de apoio

- Vídeo da TV Senado sobre a legislação para o desmatamento.
- Folha para trabalho individual com questão: Quais conteúdos da Física poderiam ensinar com base nesta problemática?
- Formatos para trabalho em grupo. Plano de aula contendo: tema, metodologia, problemas a resolver pelo estudante, atividades práticas e avaliação.
- Descrição científica sobre os problemas de: “consumo de energia” e “aquecimento global”. Recorte do livro “Ciências Físicas no Brasil”
- Notícias sobre a lâmpada ecológica e a aceleração dos ciclos da chuva. Recorte de jornal.

Referências

ACEVEDO, J.A.; VAZQUEZ, A.; MANASSERO, A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003.

HAMBURGER, E.W. (Org.) **Ciências físicas no Brasil**. Estudos e pesquisas recentes/2005. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

FOLHA DE S. PAULO. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/bbc/1080018>> Acesso em: 27 de Abril de 2012.

BRASIL. Senado Federal. TV Senado. Disponível em: <www.senado.gov.br/noticias/TV/>. Acesso em: 27 abr. 2012.

9. Aula No.9

Objetivos

Contribuir para a conscientização do(a) futuro(a) professor(a) sobre a tomada de decisões para agir em sala de aula sob circunstâncias inesperadas, a fim de formá-los como profissionais com maior autonomia e responsabilidade, por meio de um exercício que vise a reflexão na ação, para a ação e sobre a ação.

Conteúdos

Relatos da professora estagiária, sobre diversas situações vividas em sua experiência própria de ensino da Física.

Metodologia

Dinâmica: o relógio, a partir da reflexão sobre relatos apresentados aos licenciandos.

Primeira parte

Visando colocar os licenciandos em situações que precisem de sua reflexão na ação e para a ação, são entregues seis relatos que contém diferentes situações reais e inesperadas vividas pela professora. Cada relato é contado até o momento em que a professora teve que tomar certas decisões de último momento, mas as decisões não são relatadas. O exercício consiste na leitura do relato e o licenciando deve-se colocar naquela situação, assumindo-a e completando o relato com as decisões que tomaria.

O exercício de reflexão compartilhado entre os colegas de classe será por meio da dinâmica do relógio, representada na Figura 1.

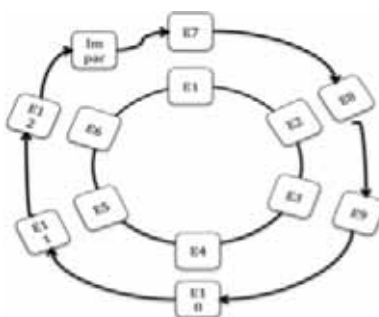


Figura 1. Os símbolos (E1, E2 etc.) representam os estudantes. A organização dos estudantes é feita em dois círculos concêntricos, onde o círculo interior fica fixo e os estudantes do círculo exterior vão se deslocando de uma posição à próxima, cada vez que o professor indica. O posto ímpar é no caso de que o total de estudantes da turma seja ímpar, para o qual um estudante ficará sozinho de cada vez. Os estudantes ficam então organizados por duplas, olhando-se frente a frente.

Os seis relatos são entregues para os seis estudantes que ficam no círculo fixo; eles deverão deixar que o relato seja lido pelo colega que fica na frente, pedir para ele completar o relato de forma oral e registrar a resposta geral de forma escrita. Assim, no final, cada estudante fixo terá seis complementos para um mesmo relato, não permitindo conhecer as respostas dos outros colegas. Por sua vez, cada estudante do círculo exterior deverá fazer um total de seis complementos de relatos.

Segunda parte

Com base nos resultados obtidos na primeira parte da aula, busca-se levar o estudante a refletir sobre a ação (as decisões tomadas). Para tanto, organiza-se a turma novamente na dinâmica do relógio, só que, desta vez, quem estava no círculo fixo se deslocará e quem estava se deslocando, ficará fixo.

O licenciando fixo lerá o relato e lhe contará e/ou lerá os complementos feitos sobre o relato. Em seguida deverão responder a pergunta contida em uma folha. Cada estudante fixo terá de responder a uma pergunta diferente, a fim de refletir a partir de diversas perspectivas sobre os tipos de conhecimento que se poderiam produzir a partir dessa experiência relatada e as decisões tomadas, numa perspectiva de pesquisa para a melhoria de sua ação didática.

Registros para Avaliação

- Complementos aos relatos.
- Respostas às perguntas indicadas

Material de apoio

Relatos

RELATO 1

Disciplina: Física (Mecânica)

Faixa etária: 14 a 16 anos (Ensino médio)

Colégio público

Eu estava ministrando uma aula sobre “Queda de Corpos” quando, num determinado momento da explicação, para melhor ilustrar o tema, resolvi deixar cair no chão um lápis e um apagador de madeira. Perguntei aos alunos se, ao deixá-los cair ao mesmo tempo e da mesma altura, os objetos cairiam ao chão juntos. Alguns responderam que sim; outros, que cairia primeiro o lápis; e outros, que cairia primeiro o apagador. Um aluno disse que os objetos estavam muito perto do chão e se ofereceu para largá-los de uma posição mais alta, de cima da mesa; entretanto, todos continuavam respondendo como responderam inicialmente. Então, alguém disse que seria melhor deixá-los cair da janela (nossa aula estava acontecendo no quarto andar do edifício). Tive a ideia de largar os objetos da varanda do corredor, que dava de frente para o pátio central do colégio. Organizei a turma em grupos, a metade soltaria os objetos e a outra metade iria observá-los cair no chão do pátio. Tudo ia bem, só que eles foram correndo pelas escadas, um estudante caiu; outro estudante decidiu aproveitar para ir procurar seu irmão em outra sala de aula para dar um recado. Os estudantes que estavam no pátio, observando estavam ansiosos e gritavam alto e apostavam nas mesmas conclusões da sala de aula. Além disso, ventava forte; então, os alunos foram em busca de objetos mais “pesados”... O tumulto acabou gerando queixas junto à Coordenação Pedagógica da escola. Foi então que a Coordenadora chamou-me para perguntar o que é que estava acontecendo; solicitando que eu retornasse à sala de aula e continuasse com as atividades lá dentro...

O que respondi para a coordenadora foi....

O que falei para os estudantes foi...

RELATO 2

Disciplina: Física (Eletricidade)

Faixa etária: 14 a 16 anos (Ensino médio)

Colégio público

A aula de laboratório de Física já havia sido planejada. Eu já tinha explicado como se constrói um circuito simples e tinha ensinado a Lei de Ohm, na qual se relacionam intensidade de corrente elétrica, voltagem e resistência de um circuito. O objetivo do experimento era permitir que os estudantes construíssem um circuito simples e tomassem dados para constatação da Lei de Ohm. O deslocamento dos estudantes da sala de aula para o laboratório levava cerca de 10 minutos; era preciso ir primeiro à sala do funcionário encarregado das chaves do laboratório, mas, infelizmente, a pessoa não se encontrava lá. Demorei, então, cerca de mais 10 minutos até conseguir as chaves, abrir o laboratório e distribuir os materiais para cada grupo. Só que, quando fomos conectar as fontes, percebemos que não tinha eletricidade e constatamos que a última turma que usou o laboratório no dia anterior, causou um dano na rede elétrica do laboratório, e portanto, iria demorar uns dias o conserto.

Nesta altura já haviam se passado quase 40 minutos de uma aula de 60 minutos. Até voltar para a sala de aula, esgotaríamos 10 minutos restantes de aula. Então, o que eu fiz com os estudantes foi...

RELATO 3

Disciplina: Física (Fluidos)

Faixa etária: 10 a 12 anos (6ª)

Colégio Particular

Eu fiquei encarregada de organizar a “Feira de Ciências” da escola. O objetivo desta atividade, segundo orientações da Direção e da Coordenação Pedagógica da Escola, era conseguir que participassem todos os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental (6ª, 7ª, 8ª e 9ª séries) e do Ensino Médio. Solicitei então a colaboração dos professores de Biologia, Química e Matemática para que participassem com trabalhos dos seus estudantes, o que foi relativamente fácil. Um professor de Ciências (Biologia) pediu para eu auxiliar um grupo de seus estudantes de 6ª série, tendo em vista que ele havia solicitado a seus alunos para apresentarem trabalhos relacionados à Física. Marquei reunião com os alunos do referido professor e discuti os possíveis experimentos que eles gostariam de apresentar. Um dos trabalhos tratava-se de retirar ar de dentro de uma garrafa plástica (pet) de refrigerante e observar como ela se amassa por conta da diferença de pressão do ar. Só que os estudantes não tinham noção do conceito de “pressão atmosférica”, nem de como retirar ar da garrafa plástica. Eu dei explicações sobre a parte teórica e os ensinei como construir uma “bomba de vácuo caseira”, utilizando uma seringa grande com duas válvulas acopladas; a ideia era que a seringa sugasse o ar e não o deixasse entrar de novo, até chegar num ponto que a pressão interior do ar ficasse menor que a pressão exterior e, então, a garrafa ficaria amassada. Os estudantes fizeram tudo certo e relataram-me o experimento, de forma que fiquei muito satisfeita. Um dia depois da feira, esses estudantes procuraram-me para dizer que o professor tinha dado nota

“zero” para a atividade deles, porque, segundo ele, os estudantes amassaram a garrafa pet e simularam um efeito que não tinha graça nenhuma. O que eu fiz foi...

RELATO 4

Disciplina: Física (Termologia)

Faixa etária: 20 a 25 anos (Engenharia)

Universidade Particular

No começo do semestre nós, os professores de Física da instituição, recebíamos a programação das aulas de laboratório, que deveríamos desenvolver nas disciplinas, uma vez que os laboratórios tinham fixas as montagens de alguns experimentos, bem como auxiliares de laboratório disponíveis para atender aos professores em determinados horários previamente agendados. Eu tinha previsto para a semana seguinte uma aula de hidrostática, na qual iria utilizar uma máquina para determinar o número de Reynolds, na fase turbulenta e na fase laminar de fluidos e demonstrar o Teorema de Bernoulli. Eu já havia estudado a parte teórica do tema (fluidos) e tinha lido o “Guia de Laboratório”; entretanto, eu nunca tinha utilizado esses equipamentos, embora meus colegas dissessem que o técnico me auxiliaria no manuseio daquelas máquinas. Aconteceu que, na hora da realização dos experimentos, o auxiliar conseguia explicar como acionar os aparatos e quais cuidados tomar, mas não sabia muito bem como desenvolver a prática em si, nem explicar o funcionamento, os princípios físicos envolvidos. Por outro lado, o “Guia de Laboratório” que eu havia lido não deixava totalmente claro o procedimento a seguir. O que eu fiz foi...

RELATO 5

Disciplina: Física (Mecânica)

Faixa etária: 14 a 16 anos (Ensino médio)

Colégio público

Estava dando uma aula de Mecânica, especificamente sobre o tópico “força de gravidade e sua dependência com a massa”. Falei que a força de atração da gravidade na Lua era seis vezes menor que a força de atração na Terra. Um estudante perguntou se isso era uma relação direta com o tamanho dos planetas; quer dizer, se a Lua era seis vezes menor que a Terra. No começo eu fiquei em dúvida, mas logo me lembrei de que a Lua é bem pequena em relação à Terra e, num processo de dedução, expliquei que teríamos que considerar primeiro se a comparação seria sobre os diâmetros, os volumes ou a densidade das duas esferas (planeta Terra e Lua). Então, eu tive a ideia de deixar como tarefa a averiguação dos tamanhos da Lua, da Terra e do Sol e as distâncias, em quilômetros, entre Terra-Lua e Terra-Sol. Pensei, também, que poderíamos colocar em um gráfico o tamanho da Lua, da Terra, do Sol e a distância entre eles, elaborar uma escala numa linha horizontal, com o zero no centro de massa da Terra, colocando a Lua para um lado e o Sol para o outro. Então, fiz mentalmente umas contas rápidas e pedi para eles trazerem os dados das distâncias e também trazer 10 folhas de papel milimetrado. Na aula seguinte, deparei-me primeiro com a necessidade de ensinar “conversões de unidades” e como selecionar uma escala de medida apropriada a fim de que coubessem os dados nas folhas, que tinham trazido. Só que, quando eles escolhiam uma escala com unidades muito grandes, o tamanho da Lua era impossível de se representar, porque dava menor do que um ponto. E, quando eles escolhiam unidades menores, o tamanho do Sol não podia ser representado, porque o diâmetro dava maior do que o tamanho da lousa. Alguns estudantes incomodaram-se e me perguntaram por que eu lhes pedia para resolver exercícios que eu mesma não tinha certeza dos resultados que poderiam dar. Eu disse aos estudantes...

RELATO 6

Disciplina: Matemática

Faixa etária: 12-13 anos (7º Ano do Ensino Fundamental)

Colégio privado

Eu fui contratada para ensinar Física no Ensino médio, cuja carga horária era de quatro horas semanais para quatro turmas, totalizando 16 horas. Dessa forma, eu precisava completar a carga com mais duas turmas e então a Direção da escola perguntou-me, se eu aceitaria ensinar matemática na 7ª. Eu aceitei, analisei o programa da disciplina e verifiquei que o tema principal era “Frações”. Aproveitando meus conhecimentos de Física e o material que tinha em casa, decidi levar para a aula um vídeo sobre Astronomia, no qual, por meio de uma animação, era explicada a diferença de tamanho dos planetas e essas eram dadas na forma de razões (frações). O vídeo apresentava também os planetas em rotação e translação, suas órbitas e anéis. Após assistir ao vídeo, uma estudante perguntou se isso era verdade. Eu disse que sim; mas ela respondeu que isso era uma animação, pela impossibilidade de que alguém pudesse ir com uma filmadora e filmar os planetas. Eu disse que é claro que não, mas que eles (o pessoal da NASA, autores do vídeo) tinham feito observações que lhes permitiam tirar essas conclusões. Então, outra estudante perguntou: Como eles fizeram para saber de que tamanhos são os planetas? Eu respondi....

Perguntas indicadas para cada relato, na segunda parte da aula.

a) Relato 1:

Se você tivesse a oportunidade de ministrar essa aula de novo, como ela seria?

b) Relato 2:

Além da consulta a livros de Física, de que outras formas você poderia aumentar seu domínio sobre o tema a ser ensinado, de forma a permitir que, a qualquer momento, a ordem, a linguagem e os exercícios preparados pudessem ser alterados?

c) Relato 3:

Como você poderia planejar um relacionamento com os outros professores, seus colegas da área de Ciências (Física, Química, Biologia e Matemática) a fim de oferecer aos estudantes uma visão integrada (ou integradora) das ciências?

d) Relato 4:

Em que momentos você considera que é possível reconhecer perante os estudantes que você desconhece algum assunto? Como superar isso?

e) Relato 5:

Partindo do fato de que você sempre vai se deparar com situações que exigem improvisação de última hora e o que isso acarreta riscos como falta de coerência do que se faz, como você poderia se preparar para minimizar os riscos da improvisação?

f) Relato 6:

Qual a atitude mais apropriada para reagir frente a situações que foram previamente planejadas, mas que deram resultados inesperados?

Referenciais

LONGHINI, M.D.; NARDI, R. A pesquisa sobre a prática como elemento na formação do professor: uma experiência envolvendo a formação inicial de professores de Física. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, Tandil, Pcia de Buenos Aires, v. 2, n.1, p.69-83. Jul. 2007.

10. Aula No. 10

Objetivos

- Avaliar a compreensão das leituras realizadas sobre os diferentes referenciais teóricos trabalhados nas aulas 6,7,8 e 10;
- Apresentar uma retroalimentação dos resultados obtidos nos exercícios desenvolvidos nessas primeiras aulas, a fim de estimular a autoavaliação e a coavaliação.

Conteúdos

- Produção escrita sobre tópicos desenvolvidos com base nos diferentes referenciais teóricos estudados nas últimas três aulas;
- Análise dos resultados obtidos nos diversos exercícios com técnicas de análise textual discursiva.

Metodologia
<i>Dinâmica: retroalimentação, prova escrita</i>
Primeira parte
Questionário com 8 perguntas de controle de leitura dos artigos trabalhados neste bloco de aulas. Uma pergunta por cada artigo.
Segunda parte
Apresentação (Power Point) por parte dos professores, com espaços para comentários e discussão.

Registro para avaliação

- Prova escrita
- Participação da retroalimentação.

Material de apoio

Prova

Didática das Ciências (2012-I)

Professores: Roberto Nardi - Olga Castiblanco.

PROVA 2. Data: / 23 / 05 / 2012

Esta prova é de caráter individual e não está permitida a consulta a qualquer apontamento

- 1) Mencione os principais motivos que usam os especialistas em Didática das Ciências para promover o ensino das Ciências focado na alfabetização científica e tecnológica da cidadania, segundo Azevedo, J. et al (2003).
- 2) Como a diversidade de opiniões dos estudantes sobre um mesmo tópico pode se constituir em um ambiente de aprendizagem, segundo Almeida, M.J. et al (2009)?
- 3) Descreva em que consistem a Estrutura empírica da Linguagem e a Estrutura semântico sensorial da Linguagem, segundo Camargo, E. et al (2010)
- 4) Segundo Ferreira, S.; Zimmerman, E. (2009), qual seria a maior contribuição que a escola pode oferecer aos jovens e adultos.
- 5) Descreva as duas características básicas no pensamento infantil, segundo a psicogênese apresentada por Fracalanza, et al (1986)?
- 6) O que são a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a ação sobre a reflexão, no exercício docente, segundo o apresentado por Longhini, M.; Nardi, R. (2007)?
- 7) Quais são as principais causas do surgimento do chamado "problema da medição" na Mecânica quântica, segundo Pessoa, O.Jr (1992)?
- 8) Segundo as hipóteses de Silva, R.; Terrazzan, E. (2011), quais são as principais características que tornam as analogias mais eficientes na compreensão de conteúdos conceituais de Física?

11. Aula No. 11

Objetivos

- Envolver os licenciandos em reflexões sobre as estratégias de identificação, compreensão e explicação da prática de laboratório;
- Desenvolver diversas perspectivas de uso da experimentação no ensino da Física.

Conteúdos

- O experimento de pensamento sobre o elevador de Einstein, para possibilitar deduções lógicas com base na compreensão da teoria;
- O experimento demonstrativo do disco de Newton para possibilitar a introdução de uma discussão dirigida;
- O experimento virtual sobre a dupla fenda, para possibilitar a análise de um experimento crucial na história da Física;
- O experimento do Pêndulo Simples, para comprovar a teoria por meio da tomada e análise de dados;
- O experimento caseiro do "Trator Mecânico" para resolver alguns problemas da montagem experimental;

Para todas as situações estudam-se estratégias de fundamentação, identificação e explicação do experimento. Fundamentação em relação a conteúdos e procedimentos de análise. Identificação em relação à situação no espaço e no tempo, descrição das partes do sistema, variáveis e parâmetros. Explicação usando linguagem (formas gramaticais, semânticas etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Metodologia

Dinâmicas: trabalho experimental, coavaliação, a partir do desenvolvimento de cinco tipos de experimentos.

Primeira parte

Divide-se a turma em grupos e cada grupo recebe o material necessário para trabalhar em um dos experimentos relatados a seguir, com o respectivo roteiro de desenvolvimento da experiência:

- O experimento de pensamento sobre o Elevador de Einstein. (material escrito)
- O experimento demonstrativo do disco de Newton. (Disco de Newton)
- O experimento virtual sobre o experimento da dupla fenda. (Computador com software)
- O experimento do pêndulo simples. (Pêndulo)
- O experimento caseiro do “Trator Mecânico”. (Trator Mecânico e materiais adicionais)

Pede-se para cada grupo preparar uma forma de apresentar o problema e a forma como resolvê-lo, para ser apresentado à turma toda na segunda parte da aula (com base no roteiro ou outras que considerem apropriadas).

Segunda parte

Cada grupo apresenta o experimento e o problema que resolveu.

Enquanto cada grupo apresenta, o resto da turma preenche a ficha de avaliação.

Registros para Avaliação

- Roteiro de desenvolvimento da prática experimental
- Avaliação dos colegas sobre a apresentação (ficha de avaliação).

Material de apoio

- 5 Roteiros de desenvolvimento das experiências.
- Montagens experimentais: Descrição do experimento de pensamento do elevador de Einstein, Disco de Newton, computador com software sobre o experimento da dupla fenda, pêndulo, Trator Mecânico.
- Fichas de avaliação

Roteiro de estudo do fenômeno 1

1) Fundamentação.

- a. Descreva os conteúdos científicos que estão envolvidos no experimento.
- b. Descreva o procedimento que vai utilizar para analisar o problema.

2) Identificação.

- a. Descreva as escalas de espaço e de tempo, nas quais se desenvolve o fenômeno a ser analisado.
- b. Descreva as partes do sistema que está sendo observado.
- c. Descreva as variáveis que atuam no sistema e a relação entre elas.
- d. Descreva os parâmetros a serem considerados.

3) Explicação.

Explique de forma breve o experimento, usando sua própria linguagem (formas gramaticais, semânticas etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Problema a resolver: Quais as principais conclusões que Einstein apresenta com base neste experimento de pensamento?

Experimento de pensamento tomado do livro: EINSTEIN, A. *et al.* **A evolução da Física:** o desenvolvimento das ideias desde os primitivos conceitos até a relatividade e aos quanta. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1943.

DENTRO E FORA DO ELEVADOR

A lei de inércia marca o primeiro grande avanço da Física; é na realidade o seu começo. Foi apreendida pela contemplação de uma experiência idealizada – um corpo em perpétuo movimento, sem nenhum atrito, nem nenhuma força externa atuando nele. Este exemplo, como tantos outros, mostra-nos a importância das experiências idealizadas. Vamos ver uma que, embora fantástica, muito nos ajuda a compreender a relatividade. Já analisamos a experiência da sala volante. Vamos agora ver um elevador que cai.

Imagine um grande elevador parado no topo de um arranha-céu muito mais alto do que todos os existentes. Subitamente o cabo de suporte quebra-se e o elevador despenca. Dentro, vão observadores que fazem experiências durante a queda. Nas condições ideais imaginadas, eliminamos o atrito e a resistência do ar. Um dos observadores tira do bolso o lenço e o relógio e deixa-os cair. Que acontece aos dois corpos? Para um observador que esteja de fora, olhando pela janela do elevador, o lenço e o relógio caem exatamente do mesmo modo, com a mesma aceleração. Tenhamos em vista, como já vimos, que a aceleração de um corpo que cai é independente da sua massa, fato que revelou a igualdade das massas de gravitação e de inércia. Recordaremos também que a igualdade das duas massas, a de gravitação e a de inércia, era, do ponto de vista da velha mecânica, completamente acidental e não representava qualquer papel na sua estrutura. Aqui, entretanto, esta igualdade refletida na igual aceleração de todos os corpos, que caem, é essencial e constitui a base da nossa argumentação.

Voltemos ao lenço e ao relógio. Para o observador de fora ambos caem com a mesma aceleração. Mas o mesmo se dá com o elevador, com as suas paredes, o seu teto, o seu chão. Assim, a distância entre os dois corpos e o chão não muda. Para o observador de dentro, os dois corpos, o relógio e o lenço, permanecem exatamente no ponto em que estavam quando ele os largou. Este observador pode ignorar o campo gravitacional, desde que o mesmo se origina fora do seu SC (Sistema de Coordenadas). Ele verifica que dentro do elevador nenhuma força atua sobre os dois corpos, de modo que ficam ambos parados exatamente como se estivessem num SC inercial. Estranhas coisas acontecem nesse elevador! Se o observador impele um corpo numa direção, para baixo ou para cima, ele se move uniformemente até colidir com o teto ou o chão. Em suma: as leis clássicas da mecânica são válidas para o observador de dentro. Todos os corpos se comportam de acordo com a lei da inércia. O nosso novo SC rigidamente ligado com o elevador em queda livre, difere do SC inercial num ponto. No SC inercial um corpo em movimento no qual nenhuma força atua move-se uniformemente e sempre. O SC inercial da velha Física não tem limites nem no espaço, nem no tempo. Mas, para o nosso observador de dentro do elevador, o caso já é diferente. O caráter inercial do seu SC é limitado em espaço e tempo. Mais cedo ou mais tarde, o próprio elevador colidirá com a terra, destruindo tanto os observadores como as suas experiências. O SC não passa de “edição de bolso” de um verdadeiro SC inercial.

Este caráter local do SC é, em absoluto, essencial. Se o nosso elevador imaginário possuísse o comprimento do Pólo Norte ao Equador, como o lenço colocado sobre o Pólo Norte e o relógio sobre o Equador, nesse caso os dois corpos não teriam para o observador de fora a mesma aceleração e o nosso argumento falharia! As dimensões do elevador devem ser limitadas de modo que a igualdade da aceleração de todos os corpos em relação ao observador externo possa ser admitida.

Com essa restrição, o SC assume caráter inercial para o observador interno. Podemos, pelo menos, indicar um SC para o qual todas as leis físicas são válidas, ainda que limitadas em espaço e tempo. Se imaginarmos outros SC, outro elevador em movimento uniforme relativamente ao que cai livremente, então os dois SC serão localmente inerciais. Todas as leis serão em ambos exatamente as mesmas. A transição de um para outro será dada pela transformação de Lorentz.

Vejamos de que modo os dois observadores descrevem o que acontece.

O de fora observa o movimento do elevador e de todos os corpos dentro dele e acha que agem de acordo com a lei da gravitação de Newton. Para esse observador, o movimento não é uniforme, mas acelerado, por causa da ação do campo gravitacional da Terra.

Uma geração de sábios nascidos e criados dentro do elevador raciocinaria de modo totalmente diverso. Julgar-se-iam na posse de um sistema inercial e refeririam ao elevador todas as leis da Natureza. Ser-lhes-ia natural admitir o elevador em repouso como um SC inercial.

Seria impossível conciliar as diferenças entre o observador de fora e o de dentro. Cada qual firmar-se-ia no seu direito de tudo referir ao seu SC. As descrições dos fatos feitas por ambos seriam igualmente certas.

Com esse exemplo, verificamos que é possível uma sólida descrição dos fenômenos físicos em dois SC diferentes, ainda que não se movam uniformemente em relação um ao outro. Mas para tal, devemos levar em conta a gravitação, construindo, por assim dizer, uma “ponte” para a transição de um SC para outro. O campo gravitacional existe para o observador de fora, não existe para o de dentro. O movimento acelerado do elevador no campo gravitacional existe para o de fora, para o de dentro o que existe é repouso e ausência de campo gravitacional. Mas a “ponte” do campo gravitacional, tornando possível a descrição nos dois SC, repousa num

pilar muito importante: a equivalência entre a massa de gravitação e a de inércia. Sem esta pista, que não foi suspeitada pela mecânica antiga, os nossos argumentos de hoje falhariam completamente.

Ainda outra experiência idealizada. Admitamos que há um SC no qual a lei da inércia é válida. Já descrevemos o que acontece a um elevador em repouso em tal SC inercial. Mas vamos agora variar as condições. Alguém de fora atou um cabo ao elevador e está puxando-o com força constante na direção indicada no desenho.

Uma vez que são válidas neste SC as leis da mecânica, o elevador move-se com aceleração constante, na direção do movimento. Vamos ver o que dizem os dois observadores.

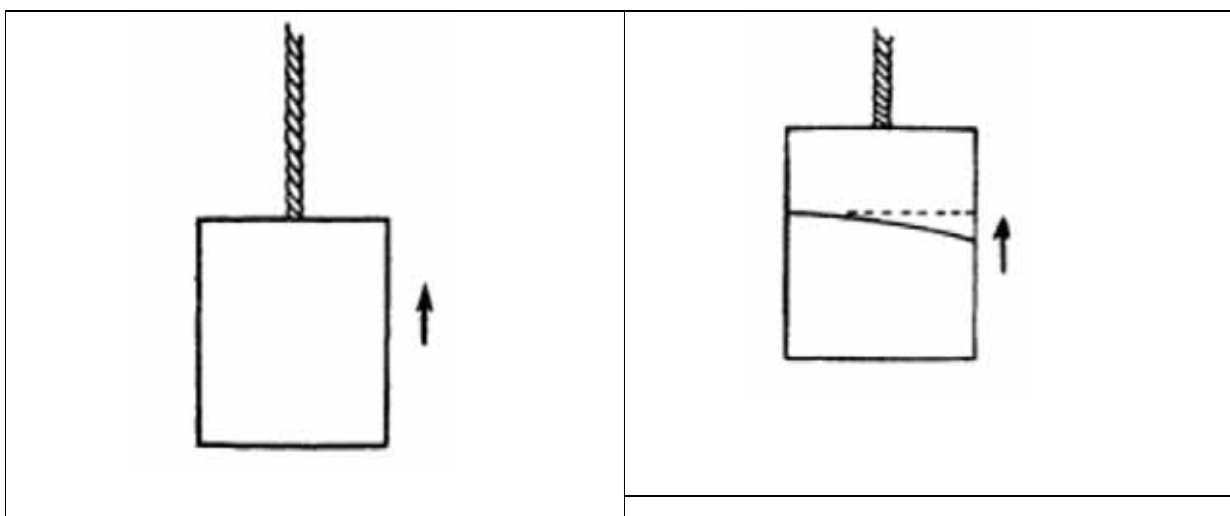
Observador externo: O meu SC é inercial. O elevador move-se com aceleração constante em consequência da força constante que nele atua. Os observadores internos estão em movimento absoluto, porque para eles as leis da mecânica não valem. Não percebem que estão em repouso os corpos nos quais não atuam forças. Se um corpo é largado lá dentro, colide logo com o chão, porque este move-se para cima ao encontro do corpo. E isto acontece tanto para um lenço como para um relógio. A mim parece-me muito estranho, que o observador interno, deva estar sempre em contato com o chão, porque se ele pula, imediatamente o chão o alcança novamente.

Observador interno: Não vejo razão para crer que o meu elevador esteja em movimento absoluto. Concordo que o SC rigidamente ligado ao meu elevador não é realmente inercial, mas não creio que tenha algo a ver com o movimento absoluto. O meu relógio e o meu lenço caem porque o elevador em conjunto é um campo gravitacional. Apercebo-me exatamente do que na terra um homem se apercebe em matéria mais simples pela ação da gravidade. O mesmo acontece comigo.

Estas duas descrições, do observador externo e do interno, são perfeitamente sólidas e não há como dizer que uma seja mais que outra. Para a descrição dos fenômenos do elevador, podemos aceitar uma ou outra: ou o movimento não uniforme e a ausência de um campo gravitacional para o observador de fora ou o repouso e a presença de um campo gravitacional para o de dentro.

O de fora pode admitir que o elevador está em movimento não uniforme “absoluto”. Mas um movimento que é eliminado pela admissão de um campo gravitacional atuante não pode ser visto como absoluto.

Talvez haja um meio de sair da ambiguidade destas duas descrições diferentes e uma escolha em favor de uma delas possa ser feita. Imaginemos que um raio de luz entre no elevador pela janela e alcance a parede oposta. Vamos ver como essa marcha da luz, da janela à parede, pode ser predita pelos dois observadores.



O observador externo, acreditando no movimento acelerado do elevador, poderia afirmar que o raio de luz entra pela janela e move-se horizontalmente, em linha reta e com a velocidade constante, rumo à parede. Mas o elevador está em movimento para cima, de modo que durante o tempo em que a luz caminhou até a parede, o elevador já não se encontra na mesma posição. Por esse motivo o raio de luz não tocará no ponto da parede exatamente oposto ao seu ponto de entrada pela janela, mas um pouco abaixo. Será muito pequena a diferença mas será diferença e o raio de luz caminhará não em linha reta, mas em linha levemente curva. A diferença é devida à distância que o elevador subiu durante a ida do raio de luz da janela à parede.

Observador interno, que admite o campo gravitacional a agir em todos os objetos do seu elevador: não há movimento acelerado do elevador, mas somente a ação de um campo gravitacional. Um raio de luz não tem peso e por isso não é afetado pela gravitação. Se for lançado em linha horizontal, esse raio alcançará a parede no ponto exatamente oposto ao de entrada.

Parece que da discussão há a possibilidade de decidir entre estes dois pontos de vista contrários, já que o fenômeno seria diferente para os dois observadores. Se nada há de ilógico nas duas suposições citadas, então a

nossa argumentação está destruída e não podemos descrever todos os fenômenos de duas maneiras igualmente sólidas, uma com, e outra sem campo gravitacional.

Mas há felizmente uma grave falha no raciocínio do observador interno, que nos vem salvar a argumentação. Diz ele: “Um raio de luz não tem peso e por isso não pode ser afetado pela gravidade”. Não está certo! Um raio de luz tem energia e a energia tem massa. Ora, cada massa inercial é atraída pelo campo gravitacional, porque as massas inerciais e as gravitacionais equivalem-se. Um raio de luz encurva-se num campo gravitacional do mesmo modo que um corpo horizontalmente projetado com a velocidade da luz. Se o observador interno houvesse raciocinado melhor e levado em conta a curvatura da luz num campo gravitacional, os seus resultados seriam exatamente os mesmos que os do observador externo.

Roteiro de estudo do fenômeno 2

Experimento demonstrativo: O disco de Newton

1) Fundamentação.

- Descreva os conteúdos científicos que estão envolvidos no experimento.
- Descreva o procedimento que vai utilizar para analisar o problema.

2) Identificação.

- Descreva as escalas de espaço e de tempo nas quais se desenvolve o fenômeno a ser analisado.
- Descreva as partes do sistema que está sendo observado.
- Descreva as variáveis que atuam no sistema e a relação entre elas.
- Descreva os parâmetros a serem considerados.

3) Explicação.

Explique a prática experimental, usando sua própria linguagem (formas gramaticais, semânticas, etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Problema a resolver: Organizar uma discussão relacionada à teoria que explica o fenômeno, explicitando o porquê de se enxergar branco (ou quase branco) o disco quando gira.

Materiais: CD reciclado, círculo de papel do tamanho do CD, pião plástico, cola, cores ou impressora.

Montagem: Divide-se o círculo em sete partes iguais para colorir respectivamente com as cores indicadas na figura. Cola-se o disco de papel sobre o CD e, posteriormente, cola-se a metade do pião, que contém a ponta embaixo do CD e a outra metade acima, de tal forma que seja possível manusear o CD para fazer ele girar.



Fig 1 (a). Discos de Newton em repouso. (b) e (c) Discos girando sobre um ponto.

Roteiro de estudo do fenômeno 3

Experimento virtual: A dupla fenda

1) Fundamentação.

- Descreva os conteúdos científicos que estão envolvidos no experimento.
- Descreva o procedimento a ser utilizado para analisar o problema.

2) Identificação.

- Descreva as escalas de espaço e de tempo nas quais se desenvolve o fenômeno a ser analisado.
- Descreva as partes do sistema que está sendo observado.
- Descreva as variáveis que atuam no sistema e a relação entre elas.
- Descreva os parâmetros a serem considerados.

3) Explicação.

Explique a prática experimental usando sua própria linguagem (formas gramaticais, semânticas, etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Problema a resolver: Proponha uma análise do experimento, que permita compreender o porquê ele é considerado crucial na história da Física.

Experimento virtual: A dupla fenda

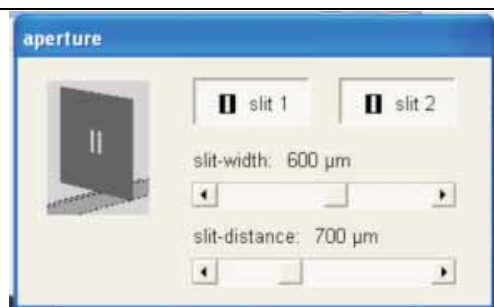
As partículas emitidas pela fonte atravessam as fendas do anteparo e são detectados numa tela sensível, imprimindo nela um ponto luminoso. Podem ser utilizados objetos clássicos e quânticos diversos, comparando os padrões obtidos na tela para cada caso. Selecione o tipo de partícula, ligue a fonte e observe o padrão de impactos, que vai se formando na tela (pode usar a opção SPEED para apressar o andamento). A fonte emite uma partícula (p.ex. elétron) de cada vez, de modo que, com certeza, apenas um elétron está atravessando o aparelho de cada vez. Quaisquer que sejam os objetos quânticos que constituem o feixe, todos são emitidos pela fonte com uma mesma energia cinética (feixe mono-energético).

Pode trocar de partícula, colocando o cursor do mouse sobre o desenho da fonte e clicando no botão esquerdo. Também pode fechar uma das fendas, clicando com o botão esquerdo do mouse sobre o desenho do anteparo, onde abre-se uma janela e temos como bloquear qualquer das duas fendas, além de poder escolher a largura das fendas (slit-width) e a distância entre elas (slit-distance). Valores sugeridos para estes dois últimos atributos são: slit-distance de 700 nm (nanômetros) e slitwidth de 114 nm. O software nos permite também obter, em gráficos, os resultados previstos analiticamente pela teoria, os quais podemos comparar com nossos resultados experimentais (virtuais). Basta clicar com o botão esquerdo do mouse sobre a tela. Surgirá uma janela onde, clicando nas opções Theoresult e evaluation, podemos obter esse tipo de informação em gráficos e histogramas.

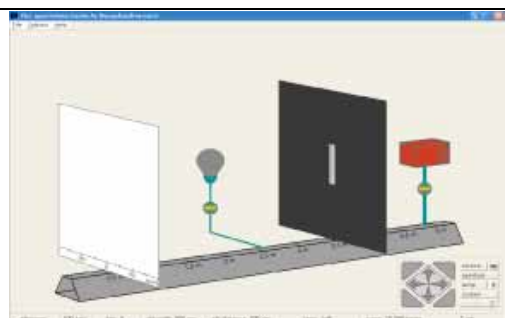
A lâmpada que aparece no programa DoppelSpalt simboliza um instrumento de medida de posição. Ela emite luz que é espalhada pelos elétrons, que passaram pelas fendas. Alguns dos raios (fótons) espalhados chegam aos nossos olhos (ou aos fotossensores utilizados) e podemos inferir de onde eles foram espalhados (pelo elétron), com base na direção de sua incidência. Assim, temos como descobrir a posição do elétron em relação a cada fenda, ou seja, se ele passou por uma fenda ou pela outra. Ligue a lâmpada clicando na opção LAMP.

Software livre "Doppelspalt" da Universidade de Muenchen.

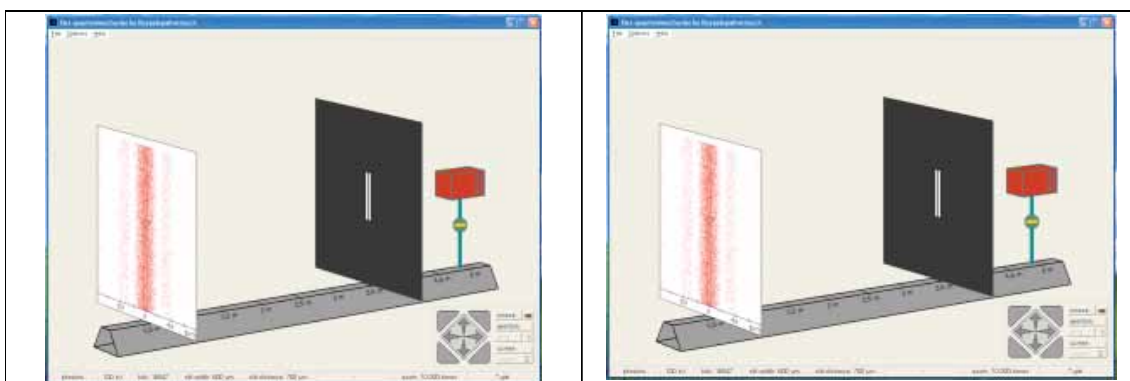
<http://homepages.physik.uni-muenchen.de/~milq/download.html>



a) Janela de seleção de uma ou duas fendas, modificação da largura da fenda, e da distância entre as fendas.



b) Visualização da montagem experimental, fonte de partículas, anteparo, lâmpada, tela.



Roteiro de estudo do fenômeno 4

Experimento: O pêndulo simples.

1) Fundamentação.

- a. Descreva os conteúdos científicos que estão envolvidos no experimento.
- b. Descreva o procedimento a ser utilizado para resolver o problema.

2) Identificação.

- a. Descreva as escalas de espaço e de tempo nas quais se desenvolve o fenômeno a ser analisado.
- b. Descreva as partes do sistema que está sendo observado.
- c. Descreva as variáveis que atuam no sistema e a relação entre elas.
- d. Descreva os parâmetros a serem considerados.

3) Explicação.

Explique a prática experimental usando sua própria linguagem (formas gramaticais, semânticas, etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Problema a resolver: Com a montagem que lhe foi entregue, comprove que a aceleração da gravidade é uma constante.

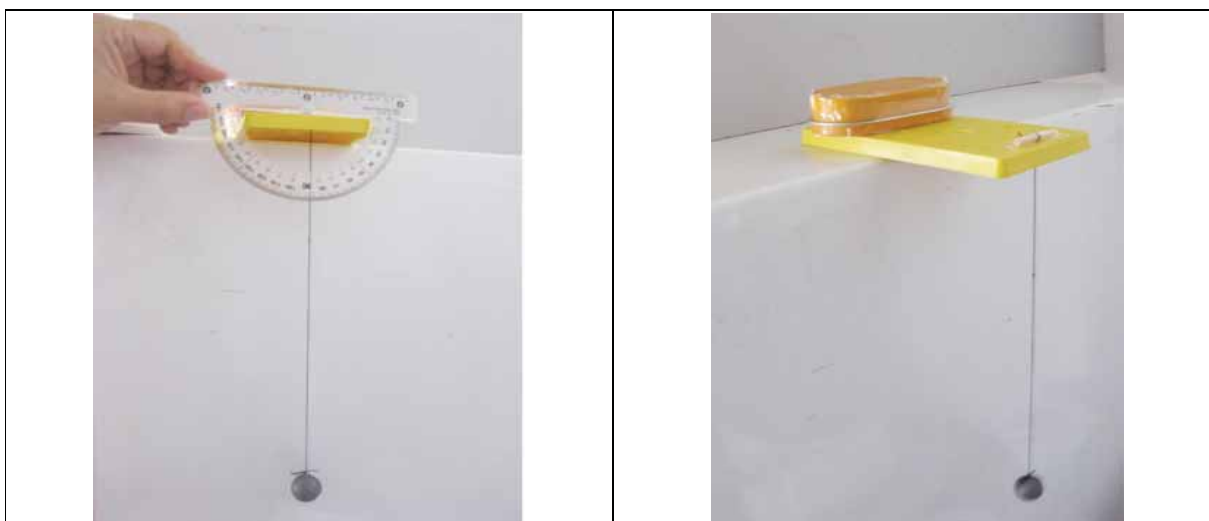


Figura 2 (a) e (b). Pêndulo simples

Roteiro de estudo do fenômeno 5

Experimento: O “Trator Mecânico”.

1) Fundamentação.

- a. Descreva os conteúdos científicos que estão envolvidos no experimento.
- b. Descreva o procedimento a serem utilizados para analisar o problema.

2) Identificação.

- a. Descreva as escalas de espaço e de tempo, nas quais se desenvolve o fenômeno a ser analisado.
- b. Descreva as partes do sistema que está sendo observado.
- c. Descreva as variáveis que atuam, e a relação entre elas.

d. Descreva os parâmetros a serem considerados.

3) *Explicação.*

Explique o funcionamento do sistema, usando sua própria linguagem (formas gramaticais, semânticas, etc.), nomes, formas geométricas, gráficos, conjuntos, desenhos, relação entre variáveis.

Problema a resolver: Qual a melhor relação entre forma, tamanho e peso das partes do sistema para obter a relação mais eficiente entre energia cedida ao sistema e trabalho produzido por ele?

Trator Mecânico



Figura 3 (a) Materiais para elaboração do Trator Mecânico. (b) Detalhe do braço do trator por meio do qual é possível enrolar o elástico. (c) palito que mantém fixa uma ponta do elástico.

Ficha de avaliação

Nome do avaliador:

Fenômeno em estudo:

Atributo	Excelente	Muito bom	Bom	Médio	Ruim
Domina os conteúdos científicos envolvidos no experimento					
O procedimento para resolver o problema é claro e consistente					
Identifica as variáveis envolvidas e a relação entre elas					
A linguagem para explicar o fenômeno é apropriada.					
Resolve o problema					

Observações gerais (não obrigatório):

Referenciais

EINSTEIN, A. *et al.* **A evolução da Física:** o desenvolvimento das ideias desde os primitivos conceitos até a relatividade e aos quanta. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1943.

OSTERMANN, F. Conceitos de Física Quântica na formação de professores: Relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 1: p. 9-35, abr. 2005.

SANMARTÍ, N.; MARQUEZ, P.; GARCIA, P. Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. **Aula de Innovación Educativa** 113, *on line*, 2002.

SÉRÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A. O papel da experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.20, n.1, p.30-42, abr. 2003.

AVENDAÑO, R. *et al.* El trabajo práctico: una búsqueda de sentido para la enseñanza de la Física. Revista virtual **Góndola, Ens. Apr. Cienc**, Bogotá, v.7, n.1. Ago. 2012.

12. Aula No.12

Objetivos

- Reconhecer os diferentes recursos que oferecem as Tecnologias da Informação e a Comunicação (TIC) com suas possibilidades de aplicação em ambientes educacionais como: educação a distancia, complemento para educação presencial, apoio para sala de aula com alunos regulares e deficientes e apoio ao trabalho experimental;
- Envolver os licenciandos em reflexões sobre as estratégias de uso de alguns (cinco) recursos tecnológicos.

Conteúdos

- Análise sobre os diversos recursos tecnológicos em diferentes ambientes educacionais;
- Áudio: Conto “A última pergunta” de Isaac Asimov - Conceito de Entropia;
- Vídeo experimental: Som. Conceitos de tom, timbre e intensidade;
- Fotografia estroboscópica sem lâmpada: Queda Livre, Aceleração da Gravidade;
- Análise do pêndulo simples por meio do software educativo “Geogebra”: Variáveis e Parâmetros;
- Questionário de avaliação *On-line*. Conceitos de Eletromagnetismo.

Metodologia

Dinâmicas: trabalho interativo com tecnologias, coavaliação, a partir da interação prática com cinco tipos de TIC's

Primeira parte

1. Pede-se para os licenciandos preencherem a ficha de “Recursos Tecnológicos nos diversos contextos educacionais”, onde serão respondidas diferentes perguntas que possam surgir. Esta atividade visa introduzir o tema e aprofundar nas explicações sobre os cinco recursos tecnológicos que serão utilizados na sequência.

2. Divide-se a turma em grupos e pede-se para eles resolverem um exercício, com base nos seguintes recursos tecnológicos e as possibilidades que oferecem nos diversos contextos educativos.

- Áudio: Conto “A última pergunta” de Isaac Asimov. Exercício: perguntas sobre o conceito de entropia.

- Vídeo sobre experimentação com o Som. Exercício: perguntas sobre as formas de produção do som por vibração de cordas, membranas e tubos.

- Fotografia estroboscópica sem lâmpada. Exercício: utilizando a câmara de vídeo digital e o software, estudar um movimento de Queda Livre.

- Software Matemático Interativo. Exercício: Construir gráficos de comportamentos do Pêndulo Simples e Pêndulo Duplo.

- Software de teste avaliativo. Exercício: Elaborar um questionário de avaliação *online*, para Conceitos de Eletromagnetismo.

Segunda parte

- Cada Grupo apresenta o desenvolvimento do exercício com base nas diversas tecnologias.

- Enquanto cada grupo apresenta, o resto da turma preenche a ficha de avaliação.

Registros para Avaliação

- Preenchimento da ficha de recursos tecnológicos em contextos educativos.
- Avaliação dos colegas sobre a apresentação do material de ensino (ficha de avaliação).

Material de apoio

- Ficha de “Recursos Tecnológicos nos diversos contextos educacionais”
- Definição dos Recursos Tecnológicos
- Ficha de Avaliação.
- Gravação de áudio do conto “A última pergunta” com base em software “Audacity”.
- Software matemático interativo “GeoGebra”.
- Software de teste avaliativo “Star Quiz”.
- Vídeo sobre o som.
- Software de análise de imagens. “Virtual Dub”, e “ImageJ”

Ficha de Recursos tecnológicos nos diferentes contextos educacionais

Nome: _____

Marque com X os contextos educacionais, nos quais é possível aplicar cada um dos recursos tecnológicos.

Contexto Educativo->	Educação a distancia	Complemento de Educação presencial	Apoio para sala de aula presencial		Apoio ao trabalho experimental
			Al. Regular	Al. Deficiente	
Recurso Tecnológico					
Animações					
Áudio					
Blogs					
Câmara Fotográfica					
Ferramentas Google (docs, groups, academic)					
Filmadora					
Fórum de Discussão					
Interfaces (sensores)					
Jogos Digitais Educacionais					
Motor de Busca					
Multimídia					
Realidade aumentada					
Simulações					
Sistemas de Administração de Cursos.					
Software de Teste Online					
Software Matemático Interativo					
Vídeo conferências					
Vídeos					

Definições dos recursos tecnológicos.

Recurso Tecnológico	Descrição
Animações	Criação da ilusão de movimento computacional.
Áudio	Gravação sonora.
Software de Teste Online	Permite criar perguntas de diversos tipos e com diversas combinações de questionário, as quais podem ser respondidas on-line ou impressas.
Blogs	Contração do termo inglês Web log, diário da Web. É um site cuja estrutura

	permite a atualização rápida a partir de acréscimos dos chamados “artigos” ou “posts”.
Câmara fotográfica	Dispositivo para registrar imagens estáticas ou em movimento.
Motor de busca	É um sistema de software projetado para encontrar informações armazenadas em um sistema computacional a partir de palavras-chaves indicadas pelo utilizador.
Filmadora	Dispositivo dotado de mecanismos que capturam imagens em tempo real. Registra sucessivamente centenas ou milhares de quadros da cena com grande rapidez (usualmente 30 por segundo).
Fórum de Discussão	É uma ferramenta para páginas de Internet destinada a promover debates, através de mensagens publicadas, abordando uma mesma questão. Também é chamado de "comunidade" ou "board".
Ferramentas Google (docs, groups, academic)	Elaborar documentos de forma simultânea por diferentes autores, conformar grupos para intercâmbio de informação, buscar publicações científicas.
Interfaces (sensores)	Dispositivos eletroeletrônicos que têm a propriedade de transformar em sinal elétrico a transformação de uma grandeza física, que está relacionada a uma ou mais propriedades do material de que é feito o sensor. Destacam-se os fotodiodos (conversão elétrico/luminosa), os microfones (conversão elétrico/sonora) e os termistores (conversão elétrico/térmica).
Jogos Digitais Educacionais	Acontecem em ambientes como computador, celular, vídeo game, etc. Possuem desafios a serem vencidos através de um conjunto de regras e situações dinâmicas que vão sendo apresentadas ao jogador, envolvendo conceitos a serem aprendidos.
Multimídia	Apresentação de informação de maneira multissensorial, empregando de maneira coordenada: som, fotografia, vídeo, animação, gráficos, textos. (hipertextos)
Realidade aumentada	É um ambiente que envolve tanto realidade virtual como elementos do mundo real, criando um ambiente misto em tempo real. Por exemplo, um usuário da RA pode utilizar óculos translúcidos, e através destes, poderá ver o mundo real, bem como imagens geradas por computador projetadas no mundo.
Sistemas de administração de cursos.	Software aberto que usa princípios pedagógicos para auxiliar os professores a constituir comunidades de aprendizagem. Ex. Plataforma moodle.
Simulações	Empregam formalizações em computadores, tais como expressões matemáticas ou especificações mais ou menos formalizadas, com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real.
Software Matemático Interativo	Sistema de geometria dinâmica que permite realizar construções tanto com pontos, vetores, segmentos, retas, seções cônicas, como com funções que se podem modificar dinamicamente. Ex. Geogebra, Cabri.
Vídeo Conferências	Comunicação simultânea bidirecional de áudio e vídeo, permitindo manter reuniões com grupos de pessoas de diferentes lugares, simultaneamente.
Vídeos	Tecnologia utilizada para capturar, gravar, processar, transmitir e reproduzir uma sequência de imagens.

Informação Básica do software “Audacity”

- Este é um software “open source” e livre, especializado para edição de áudio.

- Depois de ter instalado o software e abrir a janela principal, clique no botão vermelho para iniciar a gravação. Será então apresentado um gráfico representativo das formas de ondas com seus respectivos transientes (picos de sinal), sempre em dois canais, os quais vão, um para o auricular esquerdo e o outro para o direito.
- Podem-se gravar varias entradas de som, chamadas de “pistas”, as quais podem-se misturar para produzir por exemplo, uma música com um cantor e vários instrumentos musicais ou para produzir uma narração literária com várias vozes.
- Ao selecionar um trecho do gráfico, podem ser produzidos diversos efeitos sobre o som, clicando em “Efeitos” e selecionando p.ex.; amplificar, repetir, produzir eco, mudar a velocidade, etc.



Ir ao começo: ao início do som ou da música que vai-se editar



Reproduzir. Ao pulsar maiúscula, se converte em **Reproduzir ciclicamente**.



Gravar. Serve para gravar um som proveniente de um microfone ou um CD.

Informação Básica sobre o software “GeoGebra”

- É um software livre que permite a visualização da representação algébrica (coordenadas de pontos, equações de retas, funções, comprimentos, áreas), e gráfica (sistema de eixos coordenados), além da zona destinada à entrada dos comandos que definem os objetos.
- Os diferentes comandos permitem: - Interpretação e produção de gráficos cartesianos; localização de pontos no plano; eixos e coordenadas; - Cálculo de perímetros e áreas; - Soma de ângulos em figuras geométricas; - Análises do Teorema de Pitágoras e suas aplicações; - Análise do Teorema de Thales; - Análise de funções (lineares, quadráticas, logarítmicas, hiperbólicas, polinômicas, trigonométricas, etc.); - Identificação de variáveis; - Análise das posições relativas de uma reta e uma circunferência.

Exercício

Considerando que a equação que descreve o movimento do pêndulo simples é

$$y = A \cos(\omega t), \text{ onde o período pode se calcular como } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ obtendo; } y = A \cos\left(\sqrt{\frac{g}{l}} t\right)$$

E considerando que a forma de inserir a equação no programa GeoGebra é por exemplo;

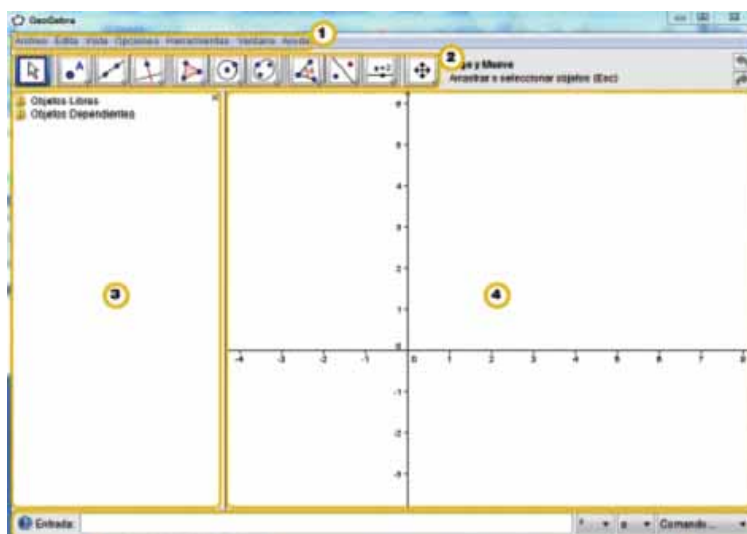
$$\text{Para } A=5; l=2; g=10$$

$$Y=5 \cos(\sqrt{10/2}x)$$

Elabore:

- Gráficos com o pêndulo solto sempre desde o mesmo ângulo, mudando o comprimento da corda.
- Gráficos com o pêndulo solto desde um ângulo maior cada vez, mantendo constante o comprimento.
- Gráficos de pêndulos com comprimentos pequenos e grandes (difíceis de serem feitos na prática experimental)
- Gráficos de pêndulo duplo.

Descreva as principais conclusões que podem ser obtidas a partir da análise do anterior grupo de gráficos.



1. Menu principal
2. Barra de ferramentas
3. Vista algébrica
4. Vista gráfica
5. Barra de entrada

Para obter o gráfico de uma função, deve inserir a função na Barra de entrada. Clicando sobre a curva poderá modificar as propriedades. Clicando sobre os eixos poderá modificar a escala. Para guardar use “Arquivo”, “exportar como imagem png”

Áudio-conto “A última pergunta” de Isaac Asimov.

Exercício. Tempo de duração: 28 minutos.

- 1) Após escutar o áudio, identifique em quais contextos e níveis educacionais este material poderia ser utilizado para o ensino da Física.
- 2) Quais exercícios deveriam resolver os estudantes, previamente e posteriormente, à escuta do conto.
- 3) Além do estudo de conceitos físicos, quais habilidades os estudantes podem desenvolver por meio do uso de áudio com contos deste tipo?

Informação Básica sobre o software “Virtual Dub” e “ImageJ”

Para utilizar os programas *ImageJ* e *VirtualDub* na produção de uma fotografia estroboscópica:

1. Criar um diretório no seu computador para manipular os vídeos produzidos. Verifique o formato de gravação utilizado por sua câmara.
2. Acionar o programa *VirtualDub*. Com a tela do programa aberta, acione a tecla FILE e em seguida OPEN VIDEO FILE. Indique o diretório (criado no item 1) onde se encontra o vídeo a ser trabalhado. Abrir o arquivo de vídeo selecionado.
3. Observar a linha de tempo na parte inferior da tela do programa. Ela mostra uma seqüência numerada para os fotogramas. O número total de fotogramas que compõe o vídeo está indicado no final da seqüência. Logo abaixo da linha de tempo, observe a barra de botões. Com os botões é possível rodar o vídeo, parar e saltar quadro a quadro.
4. Um pequeno cursor sobre a linha de tempo pode ser movimentado com auxílio do mouse. Assim, é possível encontrar o fotograma que marca o início da seqüência do movimento de interesse. Estacionar o cursor sobre este fotograma e marcar essa posição, acionando com o mouse o penúltimo botão da esquerda para direita. Em seguida, movimentar o cursor para localizar o último fotograma da seqüência de movimento. Marcar essa posição acionando com o mouse o último botão. Uma tarja colorida passa a indicar a seqüência selecionada.
5. Para converter a seqüência selecionada em fotogramas individuais, acionar a tecla FILE, em seguida a opção EXPORT e, por fim, IMAGE SEQUENCE. Uma pequena caixa de diálogo será aberta. Preencher os espaços solicitados, indicando o nome que deseja dar aos arquivos com os fotogramas; no item FILENAME SUFFIX, INCLUDING a opção “default” é .jpeg, a qual deve ser mantida; no item DIRECTORY TO HOLD indicar o diretório de trabalho escolhido em d1. Acionar a tecla OK para finalizar.
6. Verificar no diretório de trabalho que a seqüência de fotogramas, em formato JPEG, foi criada. Cada fotograma tem o FILENAME selecionado no item anterior acrescido de uma numeração com dois dígitos. Cada fotograma é agora uma fotografia digital, que pode ser visualizada e manuseada em seu computador.
7. Para obter a fotografia estroboscópica a partir da seqüência de fotogramas, acionar o programa *ImageJ*. Com a tela do programa aberta, acionar a tecla FILE, em seguida IMPORT e, finalmente, IMAGE SEQUENCE. Uma caixa de diálogo será aberta: indicar o diretório de trabalho (criado no item 1) onde se encontra a seqüência de fotogramas. Com o mouse, iluminar o arquivo do primeiro fotograma da seqüência e em seguida a tecla OK para finalizar. Uma outra caixa de diálogo será aberta. O programa automaticamente identifica a seqüência e faz a contagem de fotogramas. Ainda nesta caixa de diálogo pode-se optar por converter os fotogramas coloridos em fotogramas preto e branco (tons de cinza). Essa opção pode ser interessante para posteriores tratamentos da fotografia estroboscópica, bem como para a impressão final da imagem. Nesse caso, escolher a opção CONVERT TO 8-BIT GRAYSCALE. Acionar a tecla OK para finalizar. O painel do *ImageJ* passa a mostrar o primeiro fotograma da seqüência.
8. Para se obter a superposição de todos os fotogramas, acione a tecla IMAGE. No menu apresentado, acionar a tecla STACK (empilhar) e em seqüência selecionar a opção Z PROJECT. Uma caixa de diálogo será aberta indicando o número do primeiro e do último fotograma da seqüência. Será necessário escolher o tipo de projeção (PROJECTION TYPE). As duas opções básicas são por MIN INTENSITY (mínima intensidade) ou por MAX INTENSITY (máxima intensidade). Se os objetos em movimento são escuros em relação ao fundo deve-se optar por MIN INTENSITY. Se os objetos estiverem claros em relação ao fundo, optar por MAX INTENSITY. Acionar a tecla OK para finalizar. O painel do *ImageJ* passa a exibir a fotografia estroboscópica.

Exercício

Utilizando a câmara e o software tire uma fotografia estroboscópica sem lâmpada, da queda livre de uma esfera.

- Elabore um gráfico de posição X tempo, da queda da esfera.
- Elabore um gráfico de Velocidade instantânea X tempo, da queda da esfera.

Informação Básica sobre a forma como foi produzido o vídeo.

O vídeo foi gravado com uma câmara digital simples, organizando um fundo escuro, iluminação natural e condições de silêncio, para cada uma das propostas experimentais. Observam-se três formas de produção do som.

- A primeira por meio da vibração das cordas de um violão. Pulsou-se cada corda do violão, deixando-a livre até parar seu movimento.
- A segunda por meio de sopro de vento através de um tubo. Utilizando um canudo e tesouras, produziu-se o som soprando o canudo com um extremo recortado em V, a fim de que as duas pontas atuem como membranas de vibração. Depois aumentou-se a frequência de vibração do som ao cortar o comprimento do canudo. Também, mostra-se como ao fazer pequenos buracos no canudo, pode-se analisar o funcionamento de uma flauta.
- A terceira por meio da percussão de uma membrana. Para produzir o efeito de empurre do ar sobre a chama da vela, procurou-se a produção de um som com alta intensidade. Para isto, aproveitou-se um som pré-gravado do efeito de bater a membrana de um tambor. Organizou-se num mesmo plano, a caixa do alto-falante do aparelho de som com a vela. Ao reproduzir o som, observa-se o efeito da vibração da membrana sobre o comportamento da chama.

Exercício

- De que forma se evidenciam os conceitos de frequência e amplitude das ondas sonoras, nas três experiências?
- De que forma podem-se relacionar os conceitos de tom, timbre e intensidade do som, com as definições de frequência e amplitude?

Informação Básica do software “Star Quiz”

- É um software para avaliação *online* que permite elaborar questionários com diversos tipos de pergunta. Os questionários são automaticamente organizados, apresentado as questões em diferente ordem para cada avaliado. Também permite ao estudante conhecer o resultado imediatamente. Depois de aplicados os questionários o professor pode conhecer os resultados, ora item por item, ora com estatísticas gerais, ora estudante por estudante.
- Permite diversos tipos de questões: - Escolha múltipla com única resposta (Multiple choice); - Escolha múltipla com mais de uma resposta certa (Multiple select); - Preencher espaço em branco (Fill in the blank); - Resposta curta (Short answer); - Verdadeiro ou Falso (True or False); - combinação (matching); - Resposta de dado numérico (numeric); - Produção de ensaio (essay); - questionário de opinião (survey).
- O questionário pode ser editado com opções como; Nome do questionário, autor, senha, instruções, recursos, banco de respostas, tempo limite, dentre outros.
- Para criar um novo questionário, clique no botão “Create a new quiz”. Selecione o tipo de pergunta no menu de “question type”. Digite a questão no quadro em branco embaixo do título “Question”. Digite as opções de resposta, selecionando a resposta certa. Para inserir mais perguntas ao questionário clique no signo (+) do lado inferior esquerdo da janela. Para finalizar abra a opção “File” de menu e vá até “Save Quiz”, selecionando um local no seu computador.
- Para aplicar o questionário com estudantes, abra o documento, selecione “give quiz on this computer”, selecione o local onde ficarão as respostas e demais quesitos para o estudante acessar ao questionário.
- Para começar a responder, clique no botão “Begin”, insira o nome e responda as questões.

Exercício

Utilizando seus conhecimentos sobre eletromagnetismo e, utilizando o software, elabore sete perguntas avaliativas, do seguinte tipo:

1. Pergunta de escolha múltipla com única resposta.
2. Pergunta de escolha múltipla com o quesito de marcar duas respostas certas.
3. Pergunta cuja resposta se dá preenchendo um espaço em branco.
4. Pergunta com resposta curta
5. Pergunta de Falso ou Verdadeiro.
6. Pergunta de combinação.
7. Pergunta cuja resposta é um dado numérico.

Ficha de coavaliação

Nome do avaliador:

Fenômeno em estudo:

Atributo	Excelente	Muito Bom	Bom	Médio	Ruim
Explora adequadamente o recurso tecnológico para o ensino da Física					
Utiliza adequadamente os conceitos de física envolvidos					
Explica adequadamente o exercício desenvolvido					

Observações gerais (não obrigatório):

Referenciais

AUDACITY < audacity.sourceforge.net > Acesso: 01 de Junho de 2012.

CASTIBLANCO, O; VIZCAÍNO, D. *Proposta de tratamento da musica, fotografia e ciência ficção no ensino da física*. I Congresso Internacional de Educação Científica e Tecnológica. URI. Santo Ângelo, Brasil. 2010

CASTIBLANCO, O; VIZCAINO, D.; IACHEL, G. *Proposta didática para o ensino do som*. II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. UTFPR, Ponta Grossa, Brasil, 2010.

DIAS, M. A.; AMORIM, H.S.; BARROS, S.S. Produção de fotografias estroboscópicas sem lâmpada estroboscópica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 3: p.492-513, dez. 2009.

GEOGEBRA < www.geogebra.org/cms/pt_BR > Acesso: 01 de Junho de 2012.

GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. *Ciência & Educação*, v.11, n.2, p.279-304, 2005.

IMAGEJ <http://rsbweb.nih.gov/ij/download.html> Acesso: 01 de Junho de 2012.

StarQUIZ. < <http://www.cosmicsoft.net/starQuiz/> > Acesso: 01 de Junho de 2012.

SOUZA, A. R. VIZCAÍNO, D.; RODRIGUES, E.; CASTIBLANCO, O. Uso do GeoGebra para analisar o movimento harmônico simples por meio do pêndulo simples. In: PIROLA, N. A. *Ensino de Ciências e Matemática IV. Temas de investigação*. São Paulo: Cultura Acadêmica/Editora UNESP. 2010.

VIRTUAL DUB < <http://www.virtualdub.org/index> > Acesso: 01 de Junho de 2012.

13. Aula No. 13

Objetivo

- Analisar o uso de diversos recursos bibliográficos, tais como: livro didático, livros de resultado de pesquisa em ensino de Física, informação da Wikipédia, livro de divulgação científica, livro resultado de pesquisa em Física;
- Estudar as diversas perspectivas de introdução à ideia de “movimento”.

Conteúdos

- Recursos bibliográficos;
- Movimento (conceitos, fundamentos filosóficos e epistemológicos, equações).

Metodologia
<i>Dinâmicas: Leitura e análise bibliográfico, coavaliação, a partir de quatro tipos de material bibliográfico.</i>
Primeira parte
Após fazer uma introdução, apresentando os objetivos e conteúdos da aula, entrega-se para cada licenciando os seguintes textos retirados de diferentes recursos bibliográficos:
1. Introdução à ideia de movimento, de Einstein e Infield no seu livro “A evolução da Física”.
2. Introdução ao tema de movimento no livro Didático de Pietrocola, intitulado “Física 1”.
3. Introdução ao tema de movimento no livro Didático de Xavier e Benigno, intitulado “Física 1”.

4. Resultado de questionário aplicado por L. Viennot a estudantes universitários sobre ideias de movimento, no seu livro “Reasoning in Physics”.

5. Informação sobre o movimento encontrado no portal de Wikipédia.

6. Prefácio do livro original de Hertz, intitulado “Principles of Mechanics”

Assim, cada leitura será trabalhada por dois estudantes, mas, de forma individual e sem saber que outra pessoa tem o mesmo texto.

Após preencherem o roteiro de análise da leitura, pede-se para conformarem as duplas, que trabalharam as mesmas leituras e preparar a apresentação do material.

Segunda parte

Cada dupla apresenta o material para a turma, explicitando a forma como desenvolveram o roteiro de análise e dando lugar a perguntas sobre o tema.

Enquanto a dupla apresenta, os demais estudantes desenvolvem a coavaliação por meio da ficha de avaliação.

Registros para Avaliação

- Roteiro de análise da leitura
- Apresentação

Material de apoio

- Material retirado dos diversos recursos bibliográficos, relacionados no item 9.3 da tese.
- Roteiro de análise
- Ficha de coavaliação

Roteiro de Análise de leitura

Autor		Título do livro	
Ano de publicação		País	

1. Faça um resumo do conteúdo.
2. Você concorda com as ideias apresentadas pelo autor sobre o movimento? Por quê?
3. De que forma você utilizaria esse material para trabalhar o tema ‘movimento’ no ensino da Mecânica Clássica? Explique.

Ficha de coavaliação

Nome do avaliador:

Fenômeno em estudo:

Atributo	Exce lente	Muito Bom	Bom	Médio	Ruim
Apresenta de forma clara o resumo do material bibliográfico					
Fala com propriedade sobre os conceitos de Física envolvidos					
Explica porque concorda ou discorda das ideias apresentadas pelos autores					
Apresenta usos adequados do material bibliográfico					

Observações gerais (não obrigatório):

Referenciais

- EINSTEIN, A. *et al.* **A evolução da Física:** o desenvolvimento das ideias desde os primitivos conceitos até a relatividade e aos quanta. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1943. p.9-37.
- HERTZ, H. Principles of Mechanics, presented in a new form. New York: Mc Millan & Co.,1899.
- VIENNOT, L. **Reasoning in Physics. The part of common sense.** New York: Kluwer Academic Publisher, 2004.
- WIKIPEDIA. Enciclopédia *online* livre e gratuita. Disponível em: <pt.wikipedia.org/wiki/movimento-(física)>. Acesso em: 10 jun. 2012.
- PIETROCOLA, M. *et al.* **Física.** Volume 1. São Paulo: Editora FTD, 2011. p. 1, 68-69.
- XAVIER, C.; BENIGNO, B. **Física.** Volume 1. São Paulo: Editora FTD, 2010. p.1, 47-48.

14. Aula No.14

Objetivos

- Apresentar uma retroalimentação dos resultados obtidos nos exercícios desenvolvidos nas últimas três aulas, a fim de estimular a autoavaliação e a coavaliação;
- Avaliar a compreensão dos exercícios desenvolvidos com recursos de experimentação, recursos das TICs e recursos bibliográficos.

Conteúdos

- Análise dos resultados obtidos nos diversos exercícios com técnicas de análise textual discursiva;
 - Revisão e análise dos diferentes tópicos trabalhados:
- Tipos de experimentos: de pensamento, crucial, para corroborar, demonstrativo, elaboração de arranjo experimental;
- Recursos das TICs: Software de Matemática interativa, Software de gravação sonora, Software de fotografia estroboscópica, vídeo sobre experimento, Software de test online;
- Recursos bibliográficos: livro de divulgação científica, livro resultado de pesquisa em Física, livro resultado de pesquisa em ensino de Física, Livro Didático e Enciclopédia virtual.

Metodologia
<i>Dinâmicas: retroalimentação, prova escrita</i>
<i>Primeira parte</i>
- Apresentação (Power Point) por parte dos professores, com espaços para comentários e discussão. (documento anexo)
<i>Segunda parte</i>
- Questionários com três perguntas para cada estudante, sendo diferentes para todos os casos, a fim de questioná-los sobre os exercícios desenvolvidos por seus colegas; quer dizer, sem incluir os exercícios desenvolvidos por eles mesmos. Assim cada folha entregue já continha o nome do avaliado.
- Assim que cada estudante finalizar a prova será entregue a folha para avaliação da disciplina, sendo uma atividade surpresa, a fim de garantir a maior espontaneidade nas percepções dos estudantes.

Nesta folha não deverá ser marcado o nome, a fim de garantir maior liberdade de expressão.

Registros para Avaliação

- Prova escrita.
- Opinião escrita.
- Participação da retroalimentação dos resultados da avaliação das três últimas aulas.

Material de apoio

Prova

Didática das Ciências (2012-I)

Professores: Roberto Nardi - Olga Castiblanco.

Prova 3

Data: 20 / 06 / 2012

L ₁	Porque o experimento da dupla fenda foi considerado crucial?	Proponha um exercício para usar o software “Geogebra” no estudo dos pêndulos.	De que modo é usada a ideia de movimento aparente para o ensino da Física, nos dois livros didáticos apresentados?
L ₂	Porque o experimento da dupla fenda foi considerado crucial?	Descreva a proposta apresentada por seus colegas para o uso do áudio “A ultima pergunta” de I. Asimov	De que modo é usada a ideia de movimento aparente para o ensino da Física, nos dois livros didáticos apresentados?
L ₃	Explique o comportamento do Disco de Newton.	Proponha um exercício para usar o software “Geogebra” no estudo dos pêndulos.	De que modo é usada a ideia de movimento aparente para o ensino da Física, nos dois livros didáticos apresentados?
L ₄	Como é usado o pêndulo simples para demonstrar que g é constante?	Descreva sete tipos de questões, possíveis de serem elaboradas, utilizando o software “Start Quiz”.	Qual é propósito da produção de um livro de divulgação científica? Como usá-lo em sala de aula?
L ₅	Quais são as variáveis que intervêm no funcionamento do trator mecânico? Qual a relação entre elas?	Descreva o processo para obter uma fotografia estroboscópica, utilizando os softwares “Virtual Dub” e “ImageJ”.	Qual é propósito da produção de um livro de divulgação científica? Como usá-lo em sala de aula?
L ₆	Explique o comportamento do Disco de Newton	Descreva o processo para obter uma fotografia estroboscópica, utilizando os softwares “Virtual Dub” e “ImageJ”.	De que modo é usado o conhecimento do cotidiano para o ensino da Física nos dois livros didáticos apresentados?
L ₇	Descreva o experimento de pensamento do Elevador de Einstein.	Descreva o processo para obter uma fotografia estroboscópica, utilizando os softwares “Virtual Dub” e “ImageJ”.	De que modo é usado o conhecimento do cotidiano para o ensino da Física nos dois livros didáticos apresentados?
L ₈	Descreva o experimento de pensamento do Elevador de Einstein.	Defina tom, timbre e intensidade do som, com base nos conceitos de frequência e amplitude.	De que modo é usada a ideia de movimento aparente para o ensino da Física, nos dois livros didáticos apresentados?
L ₉	Como é usado o pêndulo simples para demonstrar que g é constante?	Descreva sete tipos de questões possíveis de serem elaboradas utilizando o software “Start Quiz”.	Qual foi a conclusão de seus colegas para o uso do livro de Henrich Hertz?
L ₁₀	Quais são as variáveis que intervêm no funcionamento do trator mecânico? Qual a relação entre elas?	Descreva o processo para obter uma fotografia estroboscópica, utilizando os softwares “Virtual Dub” e “ImageJ”	Qual foi a conclusão de seus colegas para o uso do livro de Henrich Hertz?
L ₁₁	Por que o experimento da dupla fenda foi considerado crucial?	Defina tom, timbre e intensidade do som, com base nos conceitos de frequência e amplitude.	Quais foram os três exercícios desenvolvidos por L. Viennot para estudar o pensamento dos estudantes em relação à Relatividade de Galileu?

L ₁₂	Explique o comportamento do Disco de Newton	Descreva a proposta apresentada por seus colegas para o uso do áudio “A última pergunta” de I. Asimov	De que modo é usado o conhecimento do cotidiano para o ensino da Física, nos dois livros didáticos apresentados?
L ₁₃	Descreva o experimento de pensamento do Elevador de Einstein	Proponha um exercício para usar o software “Geogebra” no estudo dos pêndulos.	Qual é o propósito da produção de um livro de divulgação científica? Como usá-lo em sala de aula?

Os nomes dos licenciandos no quadro anterior foram substituídos pela letra L com um sub índice dado aleatoriamente.

AVALIAÇÃO DA DISCIPLINA “DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS”

Data: 20 / 06 / 2012 /

Não é preciso escrever seu nome.

1) Quais foram os aspectos positivos dessa disciplina? (considerar os diversos aspectos: metodológicos, de conteúdo, etc.)

2) Em que aspectos a disciplina poderia ser melhorada?

Referenciais

Todos os relacionados nas últimas três aulas.

APÊNDICE J - LISTA DOS ARTIGOS SOBRE ENSINO DE FÍSICA PUBLICADOS POR PESQUISADORES BRASILEIROS NA ÚLTIMA DÉCADA

1. AGOSTINI, S.; TERRAZZAN, E. A. A Configuração do Estágio Curricular em Cursos de Licenciatura e as Atuais Normativas Legais. **Teias**, Rio de Janeiro. Impresso, v. 11, p.185-198, 2010.
2. ALMEIDA, M.J.P.M. Para superar as prescrições direcionadas ao professor de física. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia**, v. Extra, p.40-53, 2009.
3. ANGOTTI, J. A. P. Física e epistemologia heterodoxas: David Bohm e o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis-SC, v.19, n. Especial, p.126-156, 2002.
4. ANGOTTI, J.A.P. Desafios para a formação presencial e a distância do físico educador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, p.143-150, 2006.
5. ANGOTTI, J.A.P.; MION, R. ; BASTOS, F.P. Mudando o trabalho educativo de formar professores de física. **Perspectiva**. Revista do Centro de Ciências da Educação, Florianópolis, SC, v.18, n.33, p.93-114, 2000.
6. ANGOTTI, J.A.P.; MION, R. Desafios no desenvolvimento de um programa de investigação-ação educacional na formação inicial de professores de física. **Linguagem, Educação e Sociedade** (UFPI), Teresina, v. 07, n. jan/jun 02, p. 77-85, 2002.
7. AROCA, S.C.; SILVA, C.C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: Observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso) , v.33, p.1402, 2011.
8. BARBOSA-LIMA, M. Conversando com Lara sobre a terra e a Terra. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.10, p.23-35, 2010.
9. BARBOSA-LIMA, M. Literatura, arte e ciência. **Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, p.121-124, 2008.
10. BARBOSA-LIMA, M.; CARVALHO, A.M.P. Exercícios de raciocínio em três linguagens: ensino de física nas séries iniciais. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte , v.4, n.1, 2002.
11. BARBOSA-LIMA, M.; CARVALHO, A.M.P. Linguagem e o ensino de física na escola fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina/ Brasil, v.20, n.1, p.86-97, 2003.
12. BARBOSA-LIMA, M.; CARVALHO, A.M.P. O desenho infantil como instrumento de avaliação da construção do conhecimento físico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, p.337-348, 2008.
13. BARBOSA-LIMA, M.; CARVALHO, D. A importância de ensinar Física para pessoas de ensino fundamental portadoras de necessidades especiais auditivas. **Arqueiro, INES**; Rio de Janeiro, v.7, p.40-47, 2003.
14. BARBOSA-LIMA, M.; QUEIROZ, G. Preposições nas aulas de Física: Como podem influir. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, p.129/1-145, 2007.
15. BARBOSA-LIMA, M.C.; BARROS, H. L.; TERRAZZAN, E. A. Quando o sujeito se torna pessoa: Uma articulação possível entre poesia e ensino de física. **Ciência & Educação**; Bauru, v.10, n.2, p.291-305, 2004.
16. BARBOSA-LIMA, M.C.; CARVALHO, A.M.P.; GONÇALVES, M.E.R. A escrita e o desenho: instrumentos para a análise da evolução dos conhecimentos físicos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**; Florianópolis, v.15, n.3, p. 223-242, 1998.
17. BARBOSA-LIMA, M.; ARAÚJO, R.M.X. O Mundo do silêncio: a percepção do espaço e a construção do mundo em deficientes auditivos. **Ciência e Sociedade**; Rio de Janeiro, v.único, p.1-10, 2004.
18. BAROLLI, E.; VALADARES, J.; VILLANI, A. Explicitando uma Metodologia de Pesquisa: a Experiência de uma Professora de Física revisitada. **Ciência e Educação**; Bauru, v.13, p.253-271, 2007.
19. BARROS, M. A., *et al.* Dinâmica Discursiva de uma profesora de Ciencias en una clase sobre conocimiento Físico. **Revista de Enseñanza de la Física**, v.21, p.43-58, 2008.
20. BARROS, M. A.; BAROLLI, E.; VILLANI, A. A evolução de um grupo de aprendizagem num curso de física de ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.2, p 6-19, 2001.
21. BARROS, M.; BAROLLI, E.; VILLANI, A. A evolução de um grupo de aprendizagem num curso de Física do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**; Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 6-18, 2001.
22. BARROS, M.A, *et al.* O lúdico no ensino de Astronomia: viajando pelo Sistema Solar. **Arquivos da APADEC**, UEM, v.9, n.1, p.53-69, 2005.

23. BARROS, M.A.; LABURÚ, C.; SILVA, F. An instrument for measuring self-efficacy beliefs of secondary school physics teachers. **Procedia Social and Behavioral Science**, v.2, p.3129-3133, 2010.
24. BARROS, M.A.; LABURÚ, C.; SILVA, O. O conceito de velocidade aplicado nos corpos rígidos em rotação: mesmas concepções alternativas, variadas interpretações. **Semina. Ciências Sociais e Humanas**; Londrina, v.25, p.103-110, 2004.
25. BARROS, M.A.; VILLANI, A. A dinâmica de grupos de aprendizagem de Física do Ensino Médio: um enfoque psicanalítico. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.9, n.2, p.115-136, 2004.
26. BASTOS, F., *et al.* Educação mediada por tecnologias educacionais livres: diálogo problematizador necessário à formação de professores no âmbito da universidade aberta do Brasil. **Inter-ação**, v.35, p.293-304, 2010.
27. BASTOS, P. W.; MATTOS, C.R. Física para uma saúde auditiva. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.9, p.1-26, 2009
28. BORGES, A. T.; GILBERT, J. K. Mental models of electricity. **International Journal of Science Education**, Londres, UK, v.21, n.1, p.95-117, 1999.
29. BORGES, A. T.; RODRIGUES, B. O ensino da física do som baseado em investigações. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**; Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 2, p. 1-23, 2006.
30. BORGES, A.T.; BORGES, O.; VAZ, A. Os planos dos estudantes para resolver problemas práticos. *Revista de Ensino de Física* (Cessou em 1991. Cont.ISSN 1806-1117). **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso), São Carlos, SP, v. 27, n. 3, p. 435-446, 2005.
31. BORGES, A.T.; GOMES, A. Percepção dos estudantes sobre o desenho de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.22, n.1, p.72-95, 2005.
32. BOSSLER, A.P.; BAPTISTA, M.; FREIRE, A.M.; NASCIMENTO, S. O estudo das vozes de alunos quando estão envolvidos em atividades de investigação em aulas de física. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.11, p.307-319, 2009.
33. BOZELLI, F.; NARDI, R. O uso de analogias no ensino de Física em nível universitário: interpretações sobre os discursos dos professores e dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.6, p.77-100, 2006.
34. BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências** (Online); Porto Alegre - RS, v.10, n.3, p.387-404, 2005.
35. CAMARGO, E.P. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. **Ciência e Educação**; Bauru, v.16, p.259-275, 2010.
36. CAMARGO, E.P. Análise das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de terminologia. **Revista Interciência & sociedade**, v.1, p.9-17, 2011.
37. CAMARGO, E.P., *et al.* Contextos comunicacionais adequados e inadequados à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, p.98-122, 2009.
38. CAMARGO, E.P., *et al.* Disco de Newton Multissensorial. **A Física na Escola**, v.10, n.2, p. 35-36, 2009.
39. CAMARGO, E.P.; NARDI, R. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Ótica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.3, 2008.
40. CAMARGO, E.P.; NARDI, R. A condução de atividades de Mecânica para alunos com e sem deficiência visual: dificuldades e viabilidades. **Acta Scientiae**, v.11, n.2, p.101-118, 2009.
41. CAMARGO, E.P.; NARDI, R. Panorama geral das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.3, p.35-58, 2008.
42. CAMARGO, E.P.; NARDI, R. Planejamento de atividades de ensino de mecânica e física moderna para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.1, p.39-64, 2006.
43. CAMARGO, E.P.; NARDI, R.; CORREIA, J.N. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de Física Moderna. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, p.1-18, 2010.
44. CAMARGO, E.P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Iberoamericana de Educación** (Online), v.47, p.1-18, 2008.
45. CAMARGO, E.P.; NARDI, R.; VERASZTO, E.V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. **Revista Iberoamericana de Educación** (Online), v.47, p. 1-18, 2008.
46. CAMARGO, E.P.; SCALVI, L.V.A. A compreensão do repouso e do movimento a partir de referenciais observacionais não visuais: análises qualitativas de concepções alternativas de indivíduos portadores de

- deficiência visual total. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**; Belo Horizonte, v.3, p.117-131, 2001.
47. CAMARGO, E.P.; SCALVI, L.V.A.; BRAGA, T.M.S. Concepciones alternativas sobre reposo y movimiento, modelos históricos y deficiencia visual. **Enseñanza de las Ciencias**, v.25, p.171-182, 2007.
 48. CAMARGO, E.P.; SILVA, D. O Ensino de Física na perspectiva de alunos com deficiência visual: atividades que abordam a relação entre os conceitos de atrito e aceleração. **Revista Eletrônica Ensino, Saúde e Ambiente**, v.2, n.3, p. 38-59, 2009.
 49. CAPECCHI, M.; CARVALHO, A.M.P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, Br, v.5, n.3, 2000.
 50. CARMO, A.; CARVALHO, A.M.P. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de Física. **Ciência e Educação**; Bauru, v.15, p.61-84, 2009.
 51. CARVALHO, A.M.P. Building up explanations in physics teaching. **International Journal of Science Education**; Abingdon, v.26, n.22, p.225-237, 2004.
 52. CARVALHO, A.M.P. Formação de professores de ciências: estudo de um caso. *In*: MACEDO, B. (Org.). **Cultura Científica: um direito de todos**. Brasília: UNESCO, 2004.
 53. CARVALHO, A.M.P. Metodología de investigación en enseñanza de física: una propuesta para estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje. **Revista de Enseñanza de la Física**; Rosario - Argentina, v.18, n.1, p. 29-37, 2005.
 54. CARVALHO, A.M.P.; BEJARANO, N.; ABIB, M.L.V.S. A história de Eli. Um professor de Física no início de carreira. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.26, p.165-178, 2004.
 55. CARVALHO, A.M.P.; LIMA, M.C.B. Exercícios de Raciocínio: o exemplo do sarrilho. **Ciência & Educação**; Bauru, v.1, p. 203-215, 2002.
 56. CARVALHO, L.S.; MARTINS, A.F.P. Os quadrinhos nas aulas de Ciências Naturais: uma história que não está no gibi. **Revista Educação em Questão** (Online), v.35, p.120-145, 2009.
 57. CASTRO, G.; QUEIROZ, G.R.P.C. A Prática e a Formação Inicial no Discurso de Professores. **Enseñanza de las Ciencias**, v. único, p.3150-3154, 2009.
 58. CIRINO, S.D., *et al.* Refletindo sobre o laboratório didático de análise do comportamento. **Perspectivas em Análise do Comportamento**, v.1, p.15-27, 2010.
 59. COLOMBO JÚNIOR, P.; SILVA, C.C. Percepção da gravidade em uma intrigante visita à Casa Maluca do CDCC/USP. **A Física na Escola** (Impresso), v.11, p.15-19, 2010.
 60. COLOMBO, P.; AROCA, S.; SILVA, C.C. Daytime School Guided Visits to an Astronomical Observatory in Brazil. **Astronomy Education Review**, v.9, p.010113, 2010.
 61. CUSTÓDIO, J.F.; PIETROCOLA, M. Princípios nas ciências empíricas e o seu tratamento em livros Didáticos. **Ciência & Educação**; Bauru, v.10, p.383-399, 2004.
 62. DIAS, H. A.; ALMEIDA, M.J.P.M. A Repetição em interpretações de Licenciandos em Física ao lerem as revistas Ciência Hoje e Pesquisa Fapesp. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Impresso), v.12, p.51-64, 2010.
 63. DIAS, RICARDO, H.A.; ALMEIDA, M.J.P.M. Especificidades do jornalismo científico na leitura de textos de divulgação científica por estudantes de licenciatura em física. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Online), v.31, p.4401-4412, 2009.
 64. FERNANDES, H.S., *et al.* Física e cultura popular: a poesia do samba na sala de aula. **Enseñanza de las Ciencias**, v. único, p.2390-2396, 2009.
 65. FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: Uma Análise do Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**; Brasília, v.80, n.194, p.5-18, 2001.
 66. FERRACIOLI, L. Mapas conceituais como instrumento de eliciação de conhecimento. **Revista Didática Sistemática** (Online), v.5, p.65-77, 2007.
 67. FERRACIOLI, L. O V Epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. **Revista Didática Sistemática** (Online); Rio Grande, v.01, p.106-125, 2005.
 68. FERRACIOLI, L.; BAPTISTA, J. P. Os Grandes Números. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.23, n.1, p.130-140, 2001.
 69. FERRACIOLI, L.; CAMILETTI, G. A utilização da modelagem computacional semiquantitativa no estudo do sistema Massa-Mola. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 110-123, 2002.
 70. FERRACIOLI, L.; CAMILETTI, G.G. A utilização da modelagem computacional quantitativa no aprendizado exploratório de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v.18, n.2, p.214-228, 2001.
 71. FERRACIOLI, L.; RAMPINELLI, M. A integração de um ambiente de modelagem computacional quantitativo no estudo do fenômeno de colisões. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.23, n.1, p.93-122, 2006.

72. FERRARI, P.C.; ANGOTTI, J.A.P.; TRAGTENBERG, M.R. Educação problematizadora a distância para a inserção de temas contemporâneos na formação docente: uma introdução à teoria do caos. **Ciência & Educação**; Bauru, v.15, p.85-104, 2009.
73. FERREIRA, D.; VILLANI, A. Uma reflexão sobre prática e ações na formação de professores para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**; Porto Alegre, v.2, n.2, p.63-76, 2002.
74. Física de La Enseñanza Media y su relación con el saber profesional. **Enseñanza de las Ciencias**, v. extra, p.2522-2527, 2009.
75. FRANZONI, G.; LABURÚ, C.E.; SILVA, O. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias** (En línea), v.6, p.33-42, 2011.
76. GATTI, S.R.T.; NARDI, R.; SILVA, D. História da ciência no ensino de Física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.15, p.7-59, 2010.
77. GIRCOREANO, J.P.; PACCA, J.L.A. O ensino da Óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**; Santa Catarina, v. 18, n. 1, p. 26-40, 2001.
78. GOMES, G.; PIETROCOLA, M. O experimento de stern-gerlach e o spin do elétron: um exemplo de quasi-história. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso), v.33, p.2604-1-2604-11, 2011.
79. GOMES, T.; FERRACIOLI, L. A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, p.1-9, 2006.
80. GUIZELINI, A., *et al.* O Gostar de Matemática: em busca de uma interpretação psicanalítica. **Bolema**; Rio Claro, v.18, n.23, p.23-40, 2005.
81. GURGEL, I.; PIETROCOLA, M. Uma discussão epistemológica sobre a imaginação científica: a construção do conhecimento através da visão de Albert Einstein. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso), v.33, p.1602-1-1602-12, 2011.
82. GURGEL, I.; PIETROCOLOA, M. O papel da imaginação no pensamento científico: análise da criação científica de estudantes em uma atividade didática sobre o espalhamento de Rutherford. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, p.91-122, 2011.
83. GURIDI, V.; SALINAS, J.; VILLANI, A. Contribuciones de la epistemologia de Laudan para la comprensión de concepciones epistemológicas sustentadas por estudiantes secundarios de Física. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online); Porto Alegre, v.11, n.1, p.1-25, 2006.
84. KARAN, R.A.; PIETROCOLA, M. Habilidades técnicas versus habilidades estruturantes: resolução de problemas e o papel da matemática como estruturante do pensamento físico. **Alexandria**, v.2, p.181-205, 2009.
85. KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.R.P.C.; UZÊDA, D. O tratado sobre a luz de Huygens: comentários. **Caderno Catarinense de Ensino de Física** (Cessou em 2001. Cont. ISSN 1677-2334 Caderno Brasileiro de Ensino de Física), v.28, p.123-151, 2011.
86. LABURÚ, C.E. Seleção de Experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online); Porto Alegre, v.10, n.2, p.1-19, 2005.
87. LABURÚ, C.E.; BARROS, M. Problemas com a compreensão de estudantes em medição: razões para a formação do paradigma pontual. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.14, p.151-162, 2009.
88. LABURÚ, C.E.; BARROS, M.; KANBACH, B. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.13, p.1-18, 2007.
89. LABURÚ, C.E.; BARROS, M.A.; KANBACH, B.G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.12, p.305-320, 2007.
90. LABURÚ, C.E.; GOUVEIA, A.A.; BARROS, M.A. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.26, p.24-47, 2009.
91. LABURÚ, C.E.; SILVA, O. Multimodos e múltiplas representações: fundamentos e perspectivas semióticas para a aprendizagem de conceitos científicos. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.16, p.7-33, 2011.
92. LABURÚ, C.E.; SILVA, O. O Laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. **Ciência & Educação**; Bauru, v.17, p.721-734, 2011.
93. LABURÚ, C.E.; SILVA, O.; SALES, D.R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Impresso), v.32, p.1402-1402-15, 2010.

94. LIMA JR, P.R.M.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Liderança e gênero em um debate acadêmico entre graduandos em física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, p.7, 2010.
95. LOCATELLI, R.J.; CARVALHO, A.M.P. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, p.1-18, 2007.
96. LONGHINI, M.D.; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a História da Ciências e pesquisas na área. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.26, p.7-23, 2009.
97. MACHADO, D.I.; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de Física Moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, p.90-116, 2007.
98. MARINELI, F.; PACCA, J.L.A. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.28, p.497-505, 2006.
99. MARTINS, A.F.P. Diálogos sobre o tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**; São Paulo, v.6, n.2, p.12-16, 2005.
100. MARTINS, A.F.P. Estágio supervisionado em Física: o pulso ainda pulsa. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (Online), v.31, p.3402-3402-7, 2009.
101. MARTINS, A.F.P.; PACCA, J.L.A. O conceito de tempo entre estudantes do ensino fundamental e médio: uma análise à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online); Porto Alegre, v.10, n.3, p.1-34, 2005.
102. MARTINS, A.F.P.; ZANETIC, J. O Tempo na mecânica: de coadjuvante a protagonista. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**; Florianópolis, v. 9, n.2, p.149-175, 2002.
103. MARTINS, R.A.; SILVA, C.C. Newton and colour: the complex interplay of theory and experiment. **Science & Education**; Dordrecht, v.10, n.3, p.287-305, 2001.
104. MATTOS, C.R.; DIAS, R.A.; BALESTIERI, J.A.P. Um exercício de uso racional da energia: o caso do transporte coletivo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**; Santa Catarina, v.23, n.1, p.7-25, 2006.
105. MATTOS, C.R.; DRUMOND, A.V.N. Sensação térmica: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**; Santa Catarina, v.21, n.1, p.9-36, 2004.
106. MATTOS, C.R.; GASPAR, A. Uma medida dinâmica do calor específico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**; São Paulo, v.25, n.1, p.45-48, 2003.
107. MATTOS, C.R.; HAMBURGER, A.I. O demônio de Maxwell como um exercício de interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**; Bauru, v.10, n.3, p.477-490, 2004.
108. MICHINEL, J.L.; SILVA, H.C.; ALMEIDA, M.J.P.M. Explorando funcionamientos de la lectura. polémicas en el discurso de la física y sus implicaciones para la enseñanza. **Revista Mexicana de Física**, México, v.49, n.2, p.40-43, 2003.
109. MION, R.; ANGOTTI, J.A.P. Em busca de um perfil epistemológico para a prática educacional em educação e ciência. **Ciência & Educação**; Bauru, v.11, n.2, p.165-180, 2005.
110. MONTEIRO, M.A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J.B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência & Educação**; Bauru, v.15, p.557-580, 2009.
111. MOURA, B.A.; SILVA, C.C. Newton antecipou o conceito de dualidade onda-partícula da luz? **Latin-American Journal of Physics Education**, v.2, p.218-227, 2008.
112. MOURA, B.A.; SILVA, C.C. Os estados de fácil transmissão e fácil reflexão de Isaac Newton: modelos e contradições. **Episteme**; Porto Alegre, v.27, p.15-30, 2008.
113. NASCIMENTO, C.A.; BARBOSA-LIMA, M.C. O ensino de física nas séries iniciais do ensino fundamental: lendo e escrevendo histórias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.6, p.43-58, 2006.
114. NASCIMENTO, S.S.; PLANTIN, C.; VIEIRA, R.D. A validação de argumentos em sala de aula: um exemplo a partir da formação inicial de professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.13, p.1-15, 2008.
115. NASCIMENTO, S.S.; VIEIRA, R. D.; VILLANI, C.E.P. Características discursivas de um episódio de estágio de docência em acordo com os PCN's: um exemplo a partir da diferenciação entre massa e peso. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v.1, p.2-22, 2008.
116. NASCIMENTO, S.S.; VILLANI, C.E.P. Le rôle des données empirique lors des travaux pratiques au Lycée. **Aster**; Paris, v.38, p.65-85, 2004.
117. NASCIMENTO, S.S.; WEIL-BARAIS, A.; DAVOUS, D. L'animation scientifique: une démarche éducative différente? **Aster**; Paris, v.35, p.39-64, 2002.
118. NICIOLI JUNIOR, R.B.; MATTOS, C. R. As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática nos livros didáticos do ensino de Ciências brasileiro (1810-1930). **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, p.199-225, 2008.

119. NICIOLI JUNIOR, R.B.; MATTOS, C.R. A disciplina e o conteúdo de cinemática nos livros didáticos de Física do Brasil (1801 a 1930). **Investigações em Ensino de Ciências** (Online), v.13, p.275-298, 2008.
120. ORTIZ, A.J.; LABURÚ, C.E.; SILVA, O.H.M. Proposta Simples para o Experimento de Espalhamento Rayleigh. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, p.599-608, 2010.
121. OSTERMANN, F., *et al* . Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, p.1094-1116, 2009.
122. OSTERMANN, F.; FERREIRA, L.M. Preparing teachers to discuss superconductivity at high school. **Physics Education**; Bristol, v.41, p.34-41, 2006.
123. OSTERMANN, F.; RICCI, T. Conceitos de física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 2, n.1, p.09-35, 2005.
124. OSTERMANN, F.; RICCI, T. Construindo uma unidade didática conceitual sobre Mecânica Quântica: um estudo na formação de professores de Física. **Ciência & Educação**; Bauru, v.10, n.2, p.235-257, 2004.
125. OSTERMANN, F.; RICCI, T. Relatividade restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e a aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**; Florianópolis, v.19, n.2, p.176-190, 2002.
126. OSTERMANN, F.; RICCI, T. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.21, n.1, p83-102, 2004
127. PACCA, J.L.A., *et al* . Corrente Elétrica e Circuito Elétrico: Algumas Concepções do Senso Comum. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis-SC, v 20, n.2, p.151-167, 2003.
128. PACCA, J.L.A.; HENRIQUE, K.F. Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Espanha, v.22, n.1, p.159-166, 2004.
129. PAULA, H.F.; BORGES, A.T. Avaliação e teste de explicações na educação em Ciências. **Ciência & Educação**; Bauru, v.13, p.175-192, 2007.
130. PEREIRA, A.; CAVALCANTI, C.J.H.; OSTERMANN, F. Concepções relativas à dualidade onda-partícula: uma investigação na formação de professores de Física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, p.5, 2009.
131. PEREIRA, A.P.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.J.H. . O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, p.376-398, 2009.
132. PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.19, n.2, p. 93-114, 2002
133. QUEIROZ, G.R.P.C.; BARBOSA-LIMA, M.C. Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: Atualidade do Construtivismo. **Ciência & Educação**; Bauru, v.13, p.1, 2007.
134. QUEIROZ, G.R.P.C.; BARBOSA-LIMA, M.C.; VASCONCELLOS, M.M.N. Física e Arte nas Estações do Ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.1, p.33-54, 2004.
135. QUEIROZ, G.R.P.C.; BATISTA, R.; BERNARDO, J.R. A Modalidade de Interação Triádica na Formação do Professor de Física. **Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. extra, 2005.
136. QUEIROZ, G.R.P.C.; BORGES, C.J.; MACHADO, M.A.D. A prática de pesquisa de um professor do ensino fundamental envolvendo modelos mentais de fases da lua e eclipses. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v.8, p.19-36, 2009.
137. QUEIROZ, G.R.P.C.; GUIMARAES, L.A.; BOA, M.C.F. O Professor artista-reflexivo de Física, a pesquisa em ensino de Física e a modelagem analógica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**; Porto Alegre, v.1, n.3, p.86-98, 2001.
138. QUEIROZ, G.R.P.C.; MACHADO, M.A.D. A inclusão de professores do ensino básico no universo da pesquisa. **Enseñanza de las Ciencias**, v. único, p.272-275, 2009.
139. REZENDE, F.; OSTERMANN, F.; FERRAZ, G. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, p.1402-1-1402-8, 2009.
140. RODRIGUES, A.M, *et al* . Planning lessons: A socio-historicalcultural approach in physics teaching. **Science Education International**, v.21, p.241-251, 2010.
141. RODRIGUES, M.I.R.; CARVALHO, A.M.P. Professores Pesquisadores: Reflexão e a Mudança Metodológica no Ensino de Física. *In: VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2000, Anais...*, Florianópolis, 2000.
142. RODRIGUES, M.I.R.; CARVALHO, A.M.P. Professores-Pesquisadores: Reflexão e Mudança Metodológica no Ensino de Física - O Contexto da Avaliação. **Ciência & Educação**; Bauru, v.8, n.1, p. 39-53, 2002.
143. SANTINI, N. D.; TERRAZZAN, E. A. Ensino de Física com equipamentos agrícolas numa escola. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v.1, p.50-61, 2006.

144. SCARINCI, A.L.; PACCA, J.L.A. Um curso de Astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**; São Paulo, Brasil, v.28, n.1, p.89-99, 2006.
145. SILVA NETO, J.; OSTERMANN, F.; PRADO, S.D. O tema da dualidade onda-partícula na educação profissional em radiologia médica a partir da simulação do interferômetro de Mach-Zehnder. **Revista de Ensino de Física** (Cessou em 1991. Cont.ISSN 1806-1117 Revista Brasileira de Ensino de Física (Impresso), v.33, p.1401-1-1401-10, 2011.
146. SILVA, B.V.C.E.; MARTINS, A.F.P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da História e da Filosofia da Ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.5, p.71-91, 2010.
147. SILVA, B.V.C.E.; MARTINS, A.F.P. Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica. **A Física na Escola**, v.10, p.17-20, 2009.
148. SILVA, C.C. E a luz se fez - há 300 anos era publicado Óptica de Isaac Newton. **Ciência Hoje**, v.35, p.74-76, 2004.
149. SILVA, C.C. The Role of Models and Analogies in the Electromagnetic Theory: a Historical Case Study. **Science & Education**; Dordrecht, v.16, p.835-848, 2007.
150. SILVA, C.C.; MARTINS, R.A. A Nova teoria sobre luz e cores de Isaac Newton: Uma Tradução Comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**; São Paulo, v.18, n.4, p.313-327, 1996.
151. SILVA, C.C.; MARTINS, R.A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**; Bauru, v.9, n.1, p.53-65, 2003.
152. SILVA, C.C.; MARTINS, R.A. William Thomson e o uso de analogias e modelos no eletromagnetismo.2002. *In*: RODRÍGUEZ, V.; SALVATICO, L. (Eds.). **Epistemología e Historia de la Ciencia**. Selección de Trabajos de las XIII Jornadas; v.9. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, p. 401-408, 2003.
153. SILVA, C.C.; MOURA, B.A. A Natureza da Ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**; São Paulo, v.30, p.1602.1-1602.10, 2008.
154. SILVA, C.C.; PIMENTEL, A.C.A.S. Uma análise da história da eletricidade presente em livros didáticos: o caso de Benjamin Franklin. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, p.141-159, 2008.
155. SILVA, F.R.; BARROS, M. A.; LISBOA, I. Auto-eficácia docente: um estudo com professores de Física. **Psicologia para América Latina**, v.1, p.01-08, 2011.
156. SILVA, F.R.; BARROS, M.A. ; LABURÚ, C.E. ; SANTOS, L.A.C. Crenças de eficácia, motivação e a formação de professores de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, p.214-228, 2011.
157. SILVA, G.F.; VILLANI, A. Grupos de aprendizagem nas aulas de física: as interações entre professor e alunos. **Ciência & Educação**; Bauru, v.15, p.21-47, 2009.
158. SILVA, H.C.; ALMEIDA, M.J.P.M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**; Barcelona, v.4, n.3, p.1-25, 2005.
159. SILVA, L.L.; SORPRESO, T.; ALMEIDA, M.J.P.M. Imaginário de alunos de licenciatura em Física sobre algumas questões relativas ao ensino dessa disciplina. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, v. Extra, p.249-255, 2009.
160. SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E.A. As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de Física do Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.6, p.133-154, 2011.
161. SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E.A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, p. 21-37, 2008.
162. SILVA, L.L.; TERRAZZAN, E.A. Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.26, p.1, 2009.
163. SILVA, O.H.M.; LABURÚ, C.E. Um marcador de tempo para estudos de movimentos em cinemática: um aprimoramento de versões anteriores. **Semina. Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.30, p. 99-106, 2009.
164. SILVA, O.H.M.; LABURÚ, C.E.; NARDI, R. Reflexões para subsidiar discussões sobre o conceito de calor em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, p.383-396, 2008.
165. SILVA, O.H.M.; NARDI, R.; LABURÚ, C.E. Um estudo da preparação dos estudantes para debates racionais entre teorias e/ou concepções rivais numa estratégia de ensino de física inspirada em lakatos. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, p.1-16, 2008.
166. SILVA, O.H.M.; NARDI, R.; LABURÚ, C.E. Um estudo dos avanços conceituais dos estudantes sobre calor e temperatura decorrentes da aplicação de uma estratégia de ensino inspirada na teoria de Lakatos. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias** (En línea), v.5, p.1-19, 2010.

167. SORPRESO, T.P.; ALMEIDA, M.J.P.M. Aspectos do imaginário de licenciandos em física numa situação envolvendo a resolução de problemas e a questão nuclear. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, p.77-98, 2008.
168. SORPRESO, T.P.; ALMEIDA, M.J.P.M. Discursos de licenciandos em Física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica. **Ciência & Educação**; Bauru, v.16, p.37-60, 2010.
169. SOUZA, C.A.; BASTOS, F.P.; ANGOTTI, J.A.P. Resolução de problemas de física mediada por tecnologias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, p.310-339, 2008.
170. TERRAZZAN, E.A.; PIMENTEL, N.L.; SILVA, L.L.; AMORIM, M.A. L. Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de Biologia, Física e Química. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p.1-12, 2005.
171. UHDEN, O., *et al.* Modelling Mathematical Reasoning in Physics Education. **Science & Education**; Dordrecht, v.10, p.1-20, 2011.
172. VIDOTTO, L.C.; LABURÚ, C.E.; BARROS, M.A. Uma comparação entre avaliação tradicional e alternativa no ensino médio de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, p. 77-89, 2005.
173. VIEIRA, R.D.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação no discurso de um professor e seus estudantes sobre um tópico de mecânica newtoniana. **Caderno Catarinense de Ensino de Física** (Cessou em 2001. Cont. ISSN 1677-2334 Caderno Brasileiro de Ensino de Física), v.24, p.174-193, 2007.
174. VIEIRA, R.D.; NASCIMENTO, S.S. Uma proposta de critérios marcadores para a identificação de situações argumentativas em sala de aula de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.26, p.81-102, 2009.
175. VILLANI, A.; CARVALHO, L.M.O. Discursos do Professor e Subjetividade na aprendizagem de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**; Porto Alegre, v.10, n.3, p.87-117, 2005.
176. VILLANI, A.; FRANZONI, M.; VALADARES, J.M. Desenvolvimento de um grupo de licenciandos numa disciplina de prática de ensino de Física e Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, p.143-168, 2008.
177. VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Science Teacher Education in Brazil: 1950- 2000. **Science & Education**; Dordrecht, v. 18, p. 125-148, 2009.
178. VILLANI, A.; SANTANA, D.A. Analisando as interações dos participantes numa disciplina de Física. **Ciência & Educação**; Bauru, v.10, n.2, p.97-117, 2004.
179. VILLANI, C.E.P.; NASCIMENTO, S.S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**; Porto Alegre, v.8, n.3, p.1-15, 2003.
180. WEIGERT, C.; VILLANI, A.; FREITAS, D. A Interdisciplinaridade e o Trabalho Coletivo: análise de um planejamento interdisciplinar. **Ciência & Educação**; Bauru, v.11, n.1, p.144-164, 2005.
181. ZANETIC, J. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**; Campinas, v.17, n.1, p.39-58, 2006.
182. ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**; São Paulo, v.57, n.3, p.21-24, 2005.
183. ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde**; Manguinhos, v.13, p.71-87, 2006.
184. ZANETIC, J.; MARTINS, A. F. P. Tempo: esse velho estranho conhecido. **Ciência & Cultura**, v. Ano54, n. 2.out/nov, p.41-44, 2002.
185. ZANETIC, J.; PINTO, A.C. É possível levar a física quântica para o ensino médio? **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v.16, n.1: p.7-34, abr.1999.
186. ZANOTELLO, M.; ALMEIDA, M.J.P.M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 437-446, 2007.
187. ZUFFI, E.M.; PACCA, J. L.A. O conceito de função e sua linguagem para professores de matemática e de ciências. **Ciência & Educação**; Bauru, v.8, n.1, p.1-12, 2002.