

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
CURSO DE MESTRADO

INGRID ALINE DE CARVALHO

**A REDE SOCIOTÉCNICA NA FORMAÇÃO
DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E
SUAS TECNOLOGIAS/FÍSICA**

Dissertação submetida ao Colegiado do Curso de
Mestrado em Educação Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para obtenção do título de
Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Souza
Co-orientadora: Profa. Dra. Rejane Aurora Mion

**FLORIANÓPOLIS
2007**



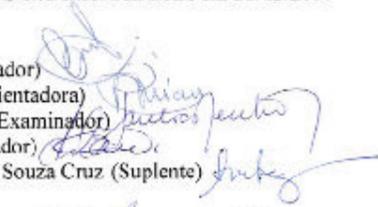
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

"A REDE SOCIOTÉCNICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS/FÍSICA"

Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a
obtenção do título de Mestre em
Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 26/03/2007

Dr. Carlos Alberto Souza (Orientador)
Dra. Rejane Aurora Mion (Co-Orientadora)
Dr. Paulo Cezar Santos Ventura (Examinador)
Dr. Irlan von Linsingen (Examinador)
Dra. Sonia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz (Suplente)


Dr. José André Peres Angotti
Coordenador do PPGET


Ingrid Aline de Carvalho

Florianópolis, Santa Catarina, março de 2007.

*Dedico à minha querida mamãe
Lourdes, pela sua luta e força na
incondicional devoção a minha
educação.*

AGRADECIMENTOS

À minha querida mamãe, Lourdes, por me proporcionar esta caminhada;

À minha irmã Franciele, pelo apoio e atenção dispensada;

Em especial ao meu amor Marcelo, pelo incentivo e compreensão de minhas ausências;

Ao professor Dr. Carlos Alberto Souza, pela orientação e pela confiança em mim depositada desde o início;

À professora Dra. Rejane Aurora Mion, pela co-orientação e por me conduzir pelas mãos no mundo da pesquisa, meu sincero agradecimento. Nunca esquecerei de toda a sua dedicação.

Ao professor Dr. Paulo Cezar Santos Ventura, pelas horas dispensadas às discussões sobre Bruno Latour e pela fraterna disponibilidade em atender-me, mesmo a quilômetros de distância, fortalecendo nossa rede de relações sociotécnicas. Muito obrigada pela sua colaboração, indispensável para o êxito deste trabalho;

Aos professores Dra. Terezinha de Fátima Pinheiro e Dr. Irlan Von Linsingen, na leitura e crítica desse trabalho e pelas valiosas sugestões. Minha admiração e gratidão;

À professora Dra. Sônia Maria Souza Cruz, pela colaboração e disposição imediata, e pelo entusiasmo em participar de última hora desse trabalho;

Aos queridos e verdadeiros amigos Noemi, Vânia, Carmem, Dayane e Awdry pelos momentos “reflexivos-criativos”.

Ao amigo João Amadeus que destinou horas para acompanhar de perto cada pensamento representado em cada linha deste trabalho.

À amiga Nancy, pela sua amizade e aos momentos de discussão. Uma pessoa que sentirei muitas saudades.

A todos aqueles que de uma forma ou de outra me incentivaram e me criticaram, o que me fez crescer como pesquisadora;

Aos alunos do curso de Licenciatura em Física, da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, pela gentil colaboração e disposição em participar desse trabalho;

Ao CNPq pelo apoio financeiro.

*...” O ensino é muito mais que uma profissão, [...], é uma missão que exige
comprovados saberes no seu processo
dinâmico de promoção da autonomia do ser de todos os educadores...”
(Paulo Freire)*

RESUMO

Este trabalho objetiva identificar, analisar e caracterizar a constituição e delineamento de uma rede sociotécnica, na vivência do programa educacional de formação de professores de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias/Física (CNMT/Física). Para tanto, se fez um aprofundamento, de base epistemológica, analisando esse programa, no sentido de avançar e fortalecer seu “núcleo duro”, por fazer aproximações e distanciamentos entre a concepção de Ciência do programa educacional e a concepção de Ciência, em Bruno Latour. Primeiramente, delineou-se o programa educacional direcionado ao desenvolvimento do conhecimento científico-educacional na formação de professores de CNMT/Física. Após, discutiu-se as relações sociotécnicas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional; analisou-se a elaboração e o desenvolvimento de propostas educacionais pelos aprendizes de professor e de pesquisador, nas escolas, considerando o aspecto da Ciência em Ação e o Modelo de Tradução em rede sociotécnica. Ao final, verificou-se como o processo de investigação-ação educacional de vertente emancipatória, é regido em rede sociotécnica. O trabalho desenvolveu-se no contexto das disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II, que correspondem ao estágio curricular, obrigatório, do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, nos anos de 2005 e 2006. A concepção de pesquisa utilizada em âmbito macroscópico, foi a investigação-ação educacional de vertente emancipatória, e, a abordagem etnográfica, partindo da proposição de Latour & Woolgar (1994 e 1997), como recurso metodológico para a coleta de dados em âmbito microscópico. Os dados foram coletados via observações diretas: registros de forma escrita, orientados por um roteiro e via gravações eletrônicas de áudio; como também, textos escritos confeccionados pelos aprendizes de professor e de pesquisador. A análise dos dados foi realizada conforme roteiro de Mion (2002), e a base metodológica de Anselm Strauss (1967 e 1990), na sua *grounded theory*. Os resultados mostraram que a formação de professores de CNMT/Física, dentro do programa educacional, ocorre em rede sociotécnica, pois a concepção de Ciência veiculada no programa é de “Ciência em construção”, e as práticas de pesquisa desenvolvidas, implicaram em práticas de “Tradução”. Os limites encontrados, porém, referem-se a necessidades diversas, como estudos sistemáticos e a incorporação de referenciais adequados às implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), estruturas físicas adequadas às escolas e a Universidade para a elaboração e o desenvolvimento de propostas educacionais, e a necessidade da incorporação dos conhecimentos científicos da Física.

Palavras-chave: Formação de Professores, Rede Sociotécnica, Ciência em Ação, Modelo de Tradução e Investigação-Ação Educacional.

ABSTRACT

This objective work to identify, to analyze and to characterize the experience of the educational program of teachers' education of Sciences of the Nature, Mathematics and its Technologies/Physical (CNMT/Physics), in sociotécnica net. For in such a way, if it made a deepening, of grounded epistemological, investigating deeply this program, in the direction to advance and to fortify its "hard nucleus", for making approaches and distant between the conception of Science of the educational program and the conception of Science in Bruno Latour. First, the directed educational program to the development of the scientific-educational knowledge in the of teachers' education of CNMT/Physics; after, one argued the sociotécnicas relations in the development of the scientific-educational knowledge; it was analyzed elaboration and development of educational proposals for the apprentices of teachers' and researcher, in the schools, considering the aspect of Science in Action and the Model of Translation in sociotécnica net and, finally, it was verified as the process of educational action research in an emancipatory way conducted in sociotécnica net. The work was developed in the context of disciplines them of Methodology and Practice of Physics I and II, that they correspond to the obligator period of training of the of Physics teachers' education at Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR, in the years of 2005 and 2006. The conception of research used in a macroscopic scope, it was the educational action research in an emancipatory way, and the boarding ethnography, leaving of the proposal Latour & Woolgar (1994), as methodology resource, in a microscopical scope for the collection of data. The data had been collected way direct comments: registers of written form guided for a script and saw electronic writings of audio; as well written texts, confectioned for the apprentices of teachers' and researcher. The analysis of the data was carried through in agreement script of Mion (2002), and the methodology grounded of Anselm Strauss (1967 and 1990), in its *grounded theory*. The joined results had shown that of teachers' education of CNMT/Physics inside of the educational program if of the one in sociotécnica net. This occurs because the conception of Science propagated in the program is of "Science, in developed construction", and the practical ones of research had implied in practical of "Translation". The joined limits if had related to the necessity of systematic studies and the incorporation of adequate reference to the studies of the implications of relation Science, Technology, Society and Environment (STSE); to the necessity of physical structures adjusted the schools and the University for the elaboration and development of educational proposals; and the necessity of incorporation of the scientific knowledge of the Physics.

Key-words: Physics teachers' education; Science in Action; Sociotécnica net, Model of Translation and Educational Action Research.

LISTA DE SIGLAS A ABREVIACES

CNMT - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

IAE - Investigação-Ação Educacional.

LDBEN - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

MPEF I - Metodologia e Prática de Ensino de Física I.

MPEF II - Metodologia e Prática de Ensino de Física II.

OECD- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econmico

UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa.

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina.

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	11
1. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA: ALGUNS PRESSUPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO-EDUCACIONAL	16
1.1 O CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NAS ÚLTIMAS DÉCADAS NO BRASIL	17
1.2 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA CONCEPÇÃO DIALÓGICO-PROBLEMATIZADORA DE EDUCAÇÃO	21
1.3 MUDAR A CONCEPÇÃO DE FORMAR PROFESSORES: PROPOSIÇÃO PARA A FORMAÇÃO INICIAL	28
1.4 A CONCEPÇÃO DE CONHECIMENTO VINCULADA À FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA	36
1.5 A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	39
2. AS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: CONTRIBUIÇÕES DE BRUNO LATOUR	43
2.1 CONTEXTUALIZANDO A EPISTEMOLOGIA DE BRUNO LATOUR	44
2.2 A REDE SOCIOTÉCNICA	47
2.2.1 A CULTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM REDE SOCIOTÉCNICA	54
2.3 ELEMENTOS ESTRUTURADORES DA CIÊNCIA	60
2.4 O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO	63
2.4.1 A CIÊNCIA EM AÇÃO	63
2.4.2 O MODELO DE TRADUÇÃO	70
3. O CONTEXTO LOCAL NA ANÁLISE DA CIÊNCIA EM AÇÃO	76
3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	77
3.2 DELIMITAÇÃO DO GRUPO DE APRENDIZES DE PROFESSOR E DE PESQUISADOR	83
3.3 O PRIMEIRO MOMENTO DA INVESTIGAÇÃO	84
3.4 A VIABILIDADE DE UMA ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REDE SOCIOTÉCNICA	85
3.5 ANÁLISE DAS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS ESTABELECIDAS COM ELEMENTOS NÃO-HUMANOS	88
3.5.1 Objetos técnicos	90
3.6 O SEGUNDO MOMENTO INVESTIGATIVO	96
3.7 ANÁLISE DAS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO-EDUCACIONAL	98
3.7.1 A observação direta	99
3.7.1.2 A observação direta da própria prática educacional	105

3.7.2 O artigo científico	110
3.7.3 Os interesses no processo da pesquisa	115
4. A BUSCA DE CONGRUÊNCIAS ENTRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA E A REDE SOCIOTÉCNICA	126
4.1 INFERÊNCIAS A PARTIR DA ANÁLISE DA CIÊNCIA EM AÇÃO E DO MODELO DE TRADUÇÃO, NO PROGRAMA EDUCACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA	127
4.2 ELEMENTOS ARTICULADORES NA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA EM CONSTRUÇÃO	127
4.2.1 Pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos	129
4.2.2 O Trabalho coletivo e colaborativo	131
4.2.3 As implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	134
4.2.4 A investigação-ação educacional de vertente emancipatória	136
4.2.5 Estruturas Materiais	139
4.2.6 Outros elementos articuladores	141
4.3 A REDE SOCIOTÉCNICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA	143
4.4 O ENSINO DE FÍSICA – A TERCEIRA CULTURA	145
4.5 PROPOSTAS PARA ESTUDOS FUTUROS	148
CONSIDERAÇÕES FINAIS	151
REFERÊNCIAS	154
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	162
ANEXOS	164
Anexo A — Rede Conceitual desenvolvida na atividade educacional na disciplina de MPEF – I em 2005	165
Anexo B — Planejamentos das aulas dos aprendizes da atividade educacional desenvolvida na disciplina de MPEF – I em 2005	166

INTRODUÇÃO

Foi como participante, em 2002 e 2003, do programa educacional de formação inicial de professores de Física, na Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, vivenciando o processo de problematização de conceitos e práticas (conhecimentos veiculados e atividades educacionais adequadas à discussão), meu primeiro contato com o universo da pesquisa em Ensino de Física. Desde então, senti-me instigada a realizar um aprofundamento de base epistemológica, investigando esse programa no sentido de avançar e de fortalecer seu “núcleo duro”.

Meu retorno ao programa ocorreu devido à “consciência” adquirida durante o processo formativo, possibilitando-me a passagem de uma consciência ingênua para uma consciência crítico-reflexiva. Tal consciência permitiu problematizar os aspectos envolvidos, direta e indiretamente, na produção de conhecimentos científico-educacionais. Alguns desses aspectos estão relacionados à colaboração e a participação na produção de conhecimentos, dentro do programa, que me propiciaram analisar, dentro de um referencial teórico e da observação direta, o processo de constituição de uma “rede sociotécnica” nesse ambiente, pois acredito na possibilidade de identificar as relações sociotécnicas entre o micro e o macro social que o programa abrange. Assim, a partir dessa hipótese, tenho por objetivo principal identificar, analisar e caracterizar a constituição e delineamento de uma rede sociotécnica, na vivência do programa educacional de formação de professores de CNMT/Física.

Como o programa educacional é demarcado por uma “Concepção de Pesquisa”, por uma “Concepção de Conhecimento”, de “Educação” e de “Educação Científica e Tecnológica”, procuro identificar, dentro desse programa de formação, se o conhecimento produzido pelos aprendizes de professor e de pesquisador é Ciência, segundo Bruno Latour (1990, 1994 e 1997). Assim, apresento o problema da presente pesquisa: qual ou quais aspectos da Ciência em Ação presentes em uma Rede Sociotécnica podem ser identificados na vivência do programa

educacional de formação de professores de Física? Para responder à questão que me desafiou por sua complexidade, procuro compreender como os aprendizes relacionam-se entre si e com o mundo, via o programa, na perspectiva das redes de relações sociotécnicas.

O trabalho iniciou-se em março de 2005 e findou em dezembro de 2006, nas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II, (quarto e quinto anos do curso de Licenciatura em Física), com doze aprendizes, inseridos no programa educacional desenvolvido por Mion (2002), na Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, em que procuro descrever, compreender e caracterizar a cultura da formação de professores via pesquisa educacional. Estabelecer essa dimensão cultural envolve considerar a formação do professor como agente transformador de sua própria realidade e competente, com conhecimentos e habilidades cognitivas, operacionais e sociais, tecendo conhecimentos colaborativamente por meio do diferencial que proponho e considero capaz de promover transformações significantes: o desenvolvimento do conhecimento científico-educacional com características de uma rede sociotécnica, proposta inicialmente por Bruno Latour (1990 e 1994).

Assim, utilizo nesse trabalho, como concepção de pesquisa em âmbito macroscópico, a investigação-ação educacional de vertente emancipatória (MION, 2002), e a abordagem etnográfica partindo da proposição de Latour & Woolgar (1994 e 1997), como recurso metodológico para a coleta de dados em âmbito microscópico. Os dados são coletados via observação direta: registros escritos, orientados pelo “roteiro de coleta de dados” de Mion (2002), e via gravações eletrônicas de áudio; como também, via trabalhos escritos pelos aprendizes de professor e de pesquisador. Para a análise dos mesmos, utilizo o “roteiro de análise de dados” de Mion (2002), e a base metodológica de Anselm Strauss (1967 e 1990), na sua *grounded theory*.

Tenho como ponto de partida no programa educacional, os conhecimentos da Física decorrentes de minha graduação. Entretanto, pela dimensão da rede sociotécnica, não é possível

estabelecer uma linha divisória delimitando o conhecimento por áreas afins, o que justifica optar pelas CNMT¹/Física. Assim, o trabalho em rede sociotécnica no programa educacional é a todo o momento potencializado e estimulado; estabelecido, porém, de maneira gradativa por todos os envolvidos nela, já que a rede não é construída, mas se auto-constrói.

Para isto, os objetivos específicos dessa pesquisa consistem em: a) delinear o programa educacional, direcionado ao desenvolvimento do conhecimento científico-educacional, na formação de professores de CNMT/Física; b) discutir as relações sociotécnicas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional; c) analisar a elaboração e o desenvolvimento de propostas educacionais dos aprendizes de professor e pesquisador, nas escolas, considerando o aspecto da Ciência em Ação e o Modelo de Tradução, em rede sociotécnica; d) verificar como o processo de investigação-ação educacional de vertente emancipatória é regido em rede sociotécnica.

Assim, a importância em desenvolver um trabalho direcionado à formação inicial de professores, está na discussão crítico-reflexiva e na auto-crítica do processo de produção do conhecimento científico-educacional, isto é, o processo de “Ciência em Ação” que é veiculado no programa educacional. A discussão envolve abrir as “caixas-pretas” do conhecimento, desmitificando-as. Envolve também construir novas “caixas-pretas”, somando-se às implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), como elementares para a formação do professor e do pesquisador em Ensino de Física, não apenas para exercer sua profissão, mas também para exercitar sua própria cidadania. Deste modo, as implicações envolvidas na relação CTSA parecem contemplar o processo construtivo do conhecimento em

¹ A Física localiza-se em “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”. Esta é uma das três áreas estabelecidas na divisão do conhecimento escolar pela reforma curricular do Ensino Médio. “*Esta organização em três áreas tem como base a reunião daqueles conhecimentos que compartilham objetos de estudo e, portanto, mais facilmente se comunicam, criando condições para que a prática escolar se desenvolva numa vertente de interdisciplinaridade*” (BRASIL, 1999, p. 39).

rede sociotécnica, na formação de um professor contemporâneo. Para a comunidade científica essa pesquisa, além de proporcionar conhecimentos novos, torna-se relevante na articulação entre o foco epistemológico e a dimensão sociológica estabelecida pelas redes de relações sociotécnicas ligadas à formação de professores de CNMT/Física.

Assim, essa dissertação está organizada em quatro capítulos. No capítulo 1, apresento os marcos teóricos em que é baseado o programa educacional. Fazem parte desse capítulo às idéias de Freire (1979, 1980, 1983, 1996 e 2003), de Carr & Kemmis (1986 e 1988), de Mion (1995, 2001, 2002 e 2005), de Lakatos (1978 e 1979), de Grabauska & De Bastos (2001) e Souza (1996 e 2004), como também, de Habermas (1984 e 1989), de Bazin (1977 e 1999) e de Angotti & Delizoicov (1992 e 2002).

No capítulo 2, apresento uma reflexão sobre as relações sociotécnicas para o desenvolvimento do conhecimento segundo Bruno Latour (1990, 1994 e 1997), e passo a teorizar o conceito de rede sociotécnica e sua relação social, delineando o processo de Ciência em Ação e o Modelo de Tradução, envolvidos no processo científico. Autores como Forquin (1993), Snow (1995), Ventura (2001 e 2002), Kneller (1980), Pietrocola (2001) e Pinheiro (2005) também contemplam esse capítulo.

No capítulo 3, descrevo as informações da pesquisa e a análise dos dados coletados do programa educacional de formação de professores de Física, em rede sociotécnica, considerando o aspecto da Ciência em Ação e o Modelo de Tradução, em relação às propostas educacionais realizadas: construção e desenvolvimento de projetos de pesquisa na interface Universidade e escolas públicas e particulares, da região de Ponta Grossa e dos Campos Gerais – PR, tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio. Os autores que possibilitam a articulação metodológica desse capítulo são Bruno Latour (1990, 1994 e 1997), Mion (2002) e Anselm Strauss (1967 e 1990).

No capítulo 4, apresento as sínteses e as construções guiadas pelo problema de pesquisa, buscando congruências entre a formação de professores de CNMT/Física e a rede sociotécnica, visando contribuir e fortalecer com o “núcleo duro” do programa educacional.

1. FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA: ALGUNS PRESSUPOSTOS PARA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

Alguns pressupostos para o desenvolvimento do conhecimento científico-educacional, na formação inicial de professores de CNMT/Física, são apresentados neste capítulo. Primeiramente, é estabelecido um panorama sintético da realidade brasileira, no tocante à formação inicial de professores, o que justifica a atenção a ela dispensada. Em seguida, é delineada a concepção de Educação dialógico-problematizadora freiriana; e na seqüência é discutida a concepção de pesquisa: investigação-ação educacional de vertente emancipatória na vivência da pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho. Após, apresenta-se a concepção de conhecimento, baseada nas idéias de Lakatos, e, por fim, são apresentados alguns aspectos da educação científica e tecnológica. A proposição nesse capítulo é apresentar o programa educacional de formação de aprendiz de professor e de pesquisador da educação, direcionado à construção de conhecimentos científico-educacionais, ou seja, o processo de Ciência em Ação incutido na vivência da elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais pelos mesmos. Os principais autores que norteiam tais pressupostos são Freire (1979, 1980, 1983, 1996 e 2003), Carr & Kemmis (1986 e 1988), Mion (1995, 2001, 2002 e 2005), Souza (1996 e 2004), Angotti et al (2002), De Bastos (1990 e 1995), Habermas (1984 e 1989), Lakatos (1978 e 1979) e Bazin (1977 e 1999).

1.1 O CONTEXTO DA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NAS ÚLTIMAS DÉCADAS NO BRASIL

O objetivo de apresentar uma síntese de algumas políticas implementadas para a formação inicial no Brasil, visa esclarecer o motivo do engajamento da autora (aprendiz de pesquisadora) no processo de formação do profissional da educação e, também, mostrar como a formação de professores ainda é carente em propiciar mecanismos e ações que atendam aos desafios da arte de ensinar.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação – Lei 4.024/61 ampliou o acesso aos cursos superiores, até então reservados à minoria. Após, estabeleceu-se a criação de outras leis, visando à reforma no ensino para a adequação ao novo contexto sócio-econômico e político do país – Lei 5.540/68, que iniciou a reforma universitária, provocando a necessidade de mudanças no ensino. Começava aí a implementação de um ensino direcionado mais ao contexto social e à formação de um indivíduo com espírito cívico e com consciência social, instituindo-se, assim, os cursos de licenciatura plena e curta (XAVIER, RIBEIRO & NORONHA, 1994).

Com a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) – 5692/71 foi possível ampliar o núcleo comum de ensino, que se constituía apenas de algumas disciplinas, para outras mais, as quais contemplariam de modo mais abrangente as diferenças regionais, com professores habilitados para o exercício de sua profissão. Nessa época, porém, a formação estava pautada no modelo do especialista e do técnico da educação, onde perdurava a ausência da formação humanista, da criatividade, da visão crítica e da autonomia (NOSELLA 2003).

Na década de 1980, muitos professores participaram das reformas pedagógicas, corrigindo os erros cometidos no período da ditadura militar. No antigo 2^o grau, hoje Ensino Médio, o enfoque estava em habilitações específicas de cunho profissionalizante, ao exercício

do Magistério, e a uma educação voltada para a preparação do estudante ao ingresso em cursos superiores. Contudo, ainda predominava o modelo do especialista. Nesse período, conforme avaliações realizadas pelo governo, os cursos de formação de professores foram considerados um fracasso, pois revelavam o aligeiramento curricular, a fragmentação do ensino, o tecnicismo e superficialidade teórica, dentre muitos outros problemas (NOSELLA, 2003). Aos poucos, diante da avaliação, revitalizou-se a Escola Normal, objetivando a renovação do currículo para a formação de professores. No Ensino Superior, os cursos de Pedagogia e as licenciaturas passaram por algumas reformas curriculares para modificar a formação de professores; já assomava a idéia de formar o professor exclusivamente na Universidade.

No contexto do mundo “globalizado²”, década de 1990, com o neoliberalismo valorizando a competitividade, com a implementação de tecnologia avançada e a concentração do capital, o fracasso era atribuído àqueles que insistiam em ficar “fora do sistema”. Assim sendo, a LDBEN 9394/96 estabelece, para a formação docente, o direito de atuar na educação básica somente por possuir título de graduação em nível superior. Assim, destina-se aos Institutos Superiores de Educação, a formação do professor para atuar na educação básica, inclusive no Normal Superior, e nos demais níveis de escolaridade.

A educação superior no Brasil segue as determinações da LDBEN, Lei 9394/96, que delega à união a competência para definir as normas para esse nível de ensino. De acordo com essa Lei, a educação superior tem como finalidade estimular a criação cultural, o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo na formação do professor, incentivando o trabalho de pesquisa e de investigação científica com vistas ao

² De acordo com Robertson (*apud* SIQUEIRA, 2001), a globalização “[...] se trata de um fenômeno que requer nitidamente aquilo que se chama convencionalmente tratamento interdisciplinar [...]” (In: Featherstone, 1994, p. 26), onde por meio dele se reconhece às interconexões e interdependências entre domínios e entre os diferentes fluxos que atuam como forças geradoras deste contexto globalizado e que causam ações e reações através de uma cadeia de relações e dependências que se tornam mundiais. E segundo Siqueira (2001), isso exige o envolvimento não só das ciências sociais e das humanidades, como também das ciências naturais.

desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, e da criação e da difusão da cultura (LDBEN 9394/96 - BRASIL, 1996, Art. 43, Incisos I e II).

Mesmo com muitas reformas, o sistema educacional brasileiro ainda preconiza uma formação docente precária. Dados da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e da OCED (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), de 2003, ao avaliar o aproveitamento escolar nas habilidades de Leitura, Matemática e Ciências Naturais com jovens na faixa dos 15 anos de 41 países, mostraram o desempenho lamentável dos brasileiros. Na prova de leitura o país classificou-se em 37º lugar, à frente apenas da Macedônia, da Indonésia, da Albânia e do Peru. Já em Matemática e em Ciências Naturais ocupou o 40º lugar (UNESCO, 2003). A mesma pesquisa foi realizada novamente no final de 2004, com o Brasil subindo apenas uma posição no ranking mundial (UNESCO, 2004).

Diante dessa realidade educacional, indaga-se: existe problema? Existem culpados? Embora se deseje a inclusão total da população, no âmbito escolar, por meio de políticas públicas favoráveis, como cotas destinadas para o auxílio na educação, na alimentação e na moradia, subsidiadas pelo Governo Federal, condicionadas à frequência escolar em idade apropriada, ainda se crê na idéia de que assegurar o acesso ao Ensino Fundamental básico, compreendido por nove anos de escolaridade, solucionará o problema do analfabetismo no país. Será que nessa política não há espaço para se discutir a concepção de Educação?

Para isto, destinam-se aqui algumas linhas, no intuito de compreender o que vem a ser um exemplo de qualidade, num processo educativo. Alguns propõem, assim como o Banco Mundial, que se deve julgar pelos resultados, sendo a 'quantidade' interpretada como eficiência. Um modelo linear apontando para uma crença de que mais alunos nas escolas significam menos analfabetismo, mais possibilidades de emprego, mais desenvolvimento do

país, gerando mais riquezas. Ou ainda, que esse tipo de investimento de perspectiva educacional cria oportunidades para as pessoas pobres se desenvolverem, de modo a alcançarem justiça social e estabilidade econômica!

Nesse contexto, o otimismo destinado aos efeitos da educação é problematizável. Acreditar que a oferta de um ensino básico garantirá a todos condições de proporcionar oportunidades iguais no mercado de trabalho e na vida social é ilusório e falacioso. Hoje a sociedade está fundada em ideologias que obscurecem a realidade³, mantendo-nos, muitas vezes, em um estado de passividade e de ingenuidade sem “consciência” para o exercício da cidadania. Segundo o educador Paulo Freire (1980):

A conscientização é, neste sentido, um teste de realidade. Quanto mais conscientização, mais se “des-vela” a realidade, mais se penetra na essência fenomênica do objeto, frente ao qual nos encontramos para analisá-lo. Por esta mesma razão, a conscientização não consiste em “estar frente à realidade” assumindo uma posição falsamente intelectual (p. 26).

Quando se destinam, nesse trabalho, algumas críticas à educação dentre inúmeros aspectos que contribuem diretamente para a má qualidade, não há como desconsiderar a prática educativa. Nesse sentido, problematizar as práticas de ensino, mesmo enquanto aprendiz de professor, nos cursos de licenciatura, abre caminhos à incorporação dessa consciência que nos afirma Freire (1980).

Engajar-se à formação inicial de professores está no sentido de modificar o quadro da educação em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias/Física (CNMT/Física). Uma formação contrária àquela que enxerga como resultado satisfatório apenas “números” favoráveis em pesquisas. Uma formação docente que possibilite ao indivíduo viver em seu mundo, sem se sentir alienante ou alienado. Entende-se por viver no mundo no sentido de

³ Realidade, de acordo com Duarte Júnior (2002), envolve a compreensão da relação do homem com o mundo. Algumas formas de esse relacionamento se dar estão na Ciência, filosofia, arte e religião. Em todo o trabalho, adota-se essa concepção, quando se refere à realidade.

exercer cidadania⁴. Para tanto, prioriza-se educar para a construção e vivência da cidadania no sentido de desenvolver conhecimentos e valores éticos de compromisso para com a sociedade.

Nesse sentido, observa-se, na academia, o crescimento de pesquisas relativas ao papel do professor na sociedade moderna, como sujeito histórico. Há produção de quadros teóricos na formação de professores, definidos na própria prática – formação docente entendida como um programa educacional (MION, 2002). Neste, o aprendiz deixa de considerar o conhecimento sobre o ensino pela lógica da técnica, e incorpora a dimensão epistemológica do conhecimento construído, o assumido responsabilmente a partir de sua prática crítico-reflexiva, exercendo assim a cidadania.

Nessa ótica, essa dissertação passa a construir um quadro para a formação inicial, ligada diretamente à realidade concreta do futuro educador, ou seja, uma formação inicial que abarca a vivência em um programa educacional, contextualizado na contemporaneidade, com fundamentos teóricos, epistemológicos e metodológicos em Freire (1979, 1980, 1983, 1996 e 2003).

1.2 A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA CONCEPÇÃO DIALÓGICO-PROBLEMATIZADORA DE EDUCAÇÃO

A educação pode ser entendida como um processo essencialmente humano e humanizador, que ocorre em um contexto histórico. Em vários momentos da história, tipos diversos de sociedades criaram diferentes caminhos para percorrer a aventura de lidar com o conhecimento científico e os poderes que ele traz consigo.

⁴ Chamamos de cidadão: “um indivíduo que tem consciência, de seus direitos e deveres, que pauta sua vida pelos valores em que acredita, luta, participa, se engaja, que abre espaços” (MION & DE BASTOS, 2001, p. 30).

A pretensão com esta dissertação, direcionada à formação inicial de professores no sentido freiriano, parte do pressuposto de que não basta apenas saber ler que "Eva viu a uva". É preciso compreender o contexto social e a posição que "Eva" ocupa. É por esse motivo que se destina atenção à Pedagogia freiriana, em que o ato de conhecimento tem como pressuposto fundamental a cultura do educando e do educador, no sentido de proporcionar a estes que avancem em uma nova leitura de mundo, compreendendo-se como sujeitos de suas próprias histórias.

Freire (1983) atesta que a educação é construtora e, ao mesmo tempo, propagadora de cultura, a cultura no sentido da própria prática educacional dialógico-problematizadora. Essa cultura, porém, não pode ser incorporada sem uma análise que parta das relações entre seres humanos e o mundo natural, que também é cultura, como também, à compreensão de sua realidade social, atribuindo um aspecto cultural à Ciência, dentro do processo educativo (FREIRE, 2003). É nesse sentido que o autor estabelece um novo caminho para a relação entre educadores e educandos, consolidando uma proposta político-pedagógica, ou seja, sendo educador e educando sujeitos do processo de construção de conhecimento mediatizados pelo mundo, objetivando a transformação social e a construção de uma sociedade justa, mediante a relação dialógica, aquela direcionada à concepção de "Educação como Prática da Liberdade", onde o diálogo é o mediador.

O diálogo é definido por Freire (1983) como sendo o encontro dos homens mediatizados pelo mundo, para transformá-lo, sendo o caminho nutrido de amor, de humildade, de esperança, de fé, de confiança, dentre outros, que possibilitam aos homens ganhar significação para sua existência como homens. Sendo o diálogo uma exigência existencial, será nele que se realizará o refletir e o agir dos sujeitos no mundo, não se reduzindo ao depósito de conhecimentos de um sujeito no outro, pois os homens se educam

em comunhão, para transformar o mundo. Tal transformação ocorre devido à mudança de visão ou de percepção, o que implica na mudança da estrutura social do sujeito.

A concepção de educação dialógico-problematizadora valoriza o conhecimento dos alunos, mas não somente a ele limitado, pois o professor também é coadjuvante do processo. É por isso, que ele é professor e sua função social não se confunde com a do aluno, característica predominante da concepção problematizadora de educação, e é muito contrária àquela que nega a dialogicidade, pois se ajusta na relação dialética entre educador e educando na direção do “Ser Mais”.

Trabalhar na direção do “Ser Mais”, está na prática freiriana de transformação social, em que parte da consciência que educadores e povo têm da realidade, para a busca do conteúdo programático da educação. Para essa busca, realiza-se a investigação do chamado *universo temático* dos envolvidos e de seus *temas geradores*, que são chamados por Freire (1983): “[...] qualquer que seja a natureza de sua compreensão com a noção por eles provocada, contém em si a possibilidade de desdobrar-se em outros tantos temas que, por sua vez, provocam novas tarefas que devem ser cumpridas” (p. 110).

O educador bancário define o conteúdo programático antes mesmo do primeiro contato com os educandos. Para o educador que está a serviço da “Educação como Prática da Liberdade” (FREIRE, 1983), esse conteúdo é a devolução (organizada, sistematizada e acrescentada) ao educando, daqueles ‘elementos’ entregues de forma desestruturada; mas não uma simples devolução, antes, é a inauguração de *diálogos descodificadores* que caracterizam o processo educacional dialógico.

No programa educacional que se desenvolve no curso de Licenciatura em Física na Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, adota-se como concepção educacional, essa vertente dialógico-problematizadora, re-inventando a concepção de *temas geradores* de Freire, em equipamentos geradores. Autores como Bazin (1977, 1998 e 1999) e De Bastos

(1990 e 1995)⁵, iniciaram o trabalho nessa vertente. Todavia, em autores como Fourez (1994) e Bloomfield (1997), também se encontram trabalhos com algumas aproximações.

Ainda, em relação à investigação do *universo temático* freiriano, os aprendizes desse programa educacional são levados a investigar e a transformar um objeto técnico em equipamento gerador. Quando refere-se ao objeto, chamando-o de equipamento gerador, é porque está se desempenhando a ação-reflexão-ação no ensino formal. Esse agir-refletir-agir abre a possibilidade da diligência na recriação e na reinvenção da concepção de *temas geradores*, possibilitando também a incorporação dos universais da Física, assim como a compreensão de manuais de instalação e a utilização de aparelhos presentes em nossa realidade cotidiana. Ou seja, muito mais que uma alternativa metodológica, a investigação temática é um princípio formativo conectado a uma concepção de educação e de investigação.

A investigação temática significa, dentro do programa educacional, compreender como o conhecimento científico é transformado em conhecimento-educacional e incorporá-lo à própria prática educativa. Trata-se de um processo de codificação, descodificação e recodificação, no qual se procura uma lógica das bases científicas mediante o que está sendo estudado, para uma posterior *reconstrução racional* do conhecimento científico-educacional. A reconstrução racional é uma análise crítica referente às informações registradas, onde o aprendiz de professor e de pesquisador, inserido no programa, revisita sua experiência construída, vivida e documentada à luz de suas teorias-guia, com o intuito de reinventá-la, de reedificá-la na Ciência. Tal caminho é um conjunto de ações de descobertas, de estudo e de reelaborações, onde educadores e educandos estão guiados pela força do desafio da busca. Na investigação temática, não há uma determinada receita a seguir como nos diz Freire (1996), pois o que motiva o caminho pela busca são as perguntas, indagações e dúvidas. Ainda

5 Segundo De Bastos (1995), equipamentos geradores, são objetos reais do cotidiano dos envolvidos, que oferecem condições de gerar um plano de aula em torno das leis, teorias e princípios envolvidos em sua fabricação e funcionamento via manuseio reflexivo.

afirma: “o que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos” (p. 86).

Quando se fala em formação de professores, não se minimiza o fato de transmitir conhecimentos. Antes, refere-se a um dos conhecimentos fundamentais à prática educativa e crítica, aquela que promova aos estudantes a passagem da curiosidade espontânea à curiosidade epistemológica; e para isso o processo de problematização⁶ busca o viés social e trabalha sobre ele cientificamente.

Saber que ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção. Quando entro em uma sala de aula devo estar sendo um ser aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos, a suas inibições; um ser crítico e inquiridor, inquieto em face da tarefa que tenho - a de ensinar e não a de transferir conhecimentos (FREIRE, 1996, p. 47).

Esse contexto está inserido na educação em Freire. A educação, em Freire, é a prática de uma teoria do conhecimento. Freire (1983) afirma: "é comunicação, é diálogo, é um encontro de sujeitos interlocutores que procuram a significação dos significados" (p.77). Ao se deparar com um problema, o envolvido se questiona, questiona outros, pesquisa, busca respostas possíveis para solucionar o desafio à sua frente; testa suas hipóteses, confirma-as, reformula-as, nega-as, abandona-as, retoma-as etc. Nessa dialética se realiza o esforço da aprendizagem para construir o próprio conhecimento, relacionando conhecimentos anteriores aos atuais, ampliando, construindo novos conhecimentos, na própria prática educacional. Ou, como afirma Bazin (1999):

[...] no caso específico de “fazer ciência” como atividade de conscientização, a prática precisa elaborar seus próprios “temas geradores” ou, mais realisticamente, seus “equipamentos geradores” tecnológicos que permitam desvelar os princípios científicos que sustentam o seu funcionamento (p. 9).

Caminha-se na direção da construção de conhecimentos científico-educacionais, dentro do programa educacional, via pedagogia, que faz da opressão de suas causas objeto da

⁶ Entende-se que problematizar, em Freire, é propor a situação como problema. A problematização nasce da consciência que homens e mulheres adquirem de si mesmos e que sabem pouco a seu próprio respeito. Esse pouco saber, faz com que os homens se transformem e coloquem sua própria prática como problema – a ação de questionar e refletir continuamente sobre o que se disse.

reflexão dos oprimidos, resultando no engajamento necessário à luta pela libertação. Assim, na educação dialógico-problematizadora, no sentido da *práxis*⁷, age-se para e com o objeto de conhecimento. Nesse sentido, a formação inicial de professores inseridos no programa educacional fundamenta-se sobre a *práxis*. Desse modo, o professor espelha sua prática educativa traduzida no diálogo crítico e democrático sobre a realidade sócio-econômica e cultural, problematizando aspectos epistemológicos (da teoria do conhecimento da Ciência) e sociológicos (humanos e não-humanos), conectados diretamente com a realidade dos envolvidos.

A *práxis* é estabelecida no programa educacional pela interlocução entre teoria e prática, para uma nova prática mais informada e comprometida socialmente com a ação e com a mudança. Na formação e na prática do professor de Física, ela pode ser reinventada, constituída e concretizada no “ato educativo” em seus momentos de planejamento, ação, observação e reflexão, traduzindo o que Freire (1996) chama de rigorosidade metódica, e, como método da “investigação-ação” educacional de vertente emancipatória, constitui-se, neste trabalho, o nó epistemológico.

Nesse sentido, um aprendiz de educador crítico caminha com a educação dialógico-problematizadora, quando se desafia a planejar e a refletir sobre sua própria prática educacional, objetivando uma mudança no ensino-aprendizagem, conectada à realidade concreta dos envolvidos. Na educação dialógico-problematizadora não se transferem conhecimentos, antes, compartilham-nos; para isso, é preciso buscar situações e desenvolver o conteúdo de Física de maneira que propiciem ao homem a sua situação, como situação problema, por meio da qual será possível perceber e interpretar o mundo.

⁷ Freire refere-se a “práxis que, sendo reflexão e ação verdadeiramente transformadora da realidade, é fonte de conhecimento reflexivo e criação. Com efeito, enquanto a atividade animal, realizada sem práxis, não implica em criação, a transformação exercida pelos homens implica nela” (FREIRE, 1983, p.108).

A pedagogia do oprimido, como pedagogia humanista e libertadora, terá dois momentos distintos. O primeiro, em que os oprimidos vão desvelando o mundo da opressão e vão comprometendo-se na práxis, com a sua transformação; o segundo, em que, transformada a realidade opressora, esta pedagogia deixa de ser do oprimido e passa a ser a pedagogia dos homens em processo de permanente libertação (FREIRE, 1983, p. 44).

Mudar a própria concepção de formar professores é um caminho para trabalhar numa vertente de mudar a realidade da educação. Para isso é necessário uma formação direcionada ao progresso educacional, em detrimento ao fosso intelectual. Assim, busca-se construir um histórico de formação docente, centrada no “Ser Mais”. Nela, a superficialidade teórica, o aligeiramento curricular, a fragmentação de conteúdos, dentre outros, como já apresentados no trabalho, não ocorrem.

Portanto, caminha-se na direção de uma formação que abre possibilidades de exercer a cidadania ativa, que possibilite a discussão e o aprendizado do processo de construção do conhecimento científico-educacional, por deixar de centrar vistas apenas no produto, ou seja, homens e mulheres na sua incompletude e na sua relação com o mundo e com outros seres, buscando dar respostas aos desafios, às situações-limite⁸ de sua própria realidade, construindo colaborativamente conhecimentos. Dessa intervenção, novos conhecimentos vão sendo construídos. Não há ser humano que não aja no mundo, pois todos, de alguma forma, agem e buscam respostas para suas necessidades, e por isso não há ser humano vazio de conhecimento, de cultura. Freire reconhece que o conhecimento é o resultado desse processo de pesquisa, dessa construção coletiva, onde todos educam, ensinam e aprendem. Por isso, afirma que "ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo" (FREIRE, 1983, p. 79).

⁸ As situações-limite são situações que desafiam de tal forma a prática dos homens que é necessário enfrentá-las e superá-las para prosseguir. Devem ser analisadas, enfrentadas e estudadas em suas diversas contradições, mesmo que voltem a existir um dia. Para Freire "não são as situações insuperáveis além das quais nada mais existiria. Elas não constituem um freio como qualquer coisa que não possa ter possibilidades de superação. No início da percepção crítica, na mesma ação se desenvolve um clima de esperança e de fé que leva os homens a se empenharem na superação das situações-limite" (FREIRE, 1983, p.106).

Assim, a transformação social, com base na concepção freiriana de Educação, está conectada dentro do programa educacional de formação do profissional da educação, à Teoria Crítica. Esta também está, por sua vez, comprometida segundo Horkheimer & Adorno (1991), com a transformação social, considerando-a indissociável na relação teoria e prática. Carr e Kemmis (1988) também afirmam que, segundo a Teoria Crítica, a Educação é entendida como uma prática social, sendo historicamente localizada, política e problemática e, portanto, problematizável.

1.3 MUDAR A CONCEPÇÃO DE FORMAR PROFESSORES: PROPOSIÇÃO PARA A FORMAÇÃO INICIAL

Acreditar no velho trocadilho, muito utilizado por egressos e por professores em atuação, segundo o qual somente na trajetória profissional do cotidiano da sala de aula é que se torna possível ser professor, é difícil. Tem-se plena consciência de que a formação inicial deve credenciar e capacitar licenciados para o exercício de sua profissão (como descrito anteriormente neste capítulo), porém, o licenciado deve se colocar permanentemente como aprendiz de professor e de pesquisador.

Nesse sentido, parece-nos que se a formação inicial é a etapa indispensável no processo de construção da profissionalização do professor, a prática também o será. Destaca-se, então, a prática crítico-reflexiva onde o aprendiz de professor e de pesquisador consolida ou revê suas ações, no sentido freiriano, de sua reflexão não se limitar apenas às análises e às mudanças superficiais das experiências vividas. Ou seja, a prática no sentido de alterar o grau de consciência do professor, a sua visão de mundo, os seus valores e a forma como vê a educação e se vê nela, direcionado à ação, na sua condição existencial, em seu trabalho.

Nesse contexto, será a vivência no processo de investigação-ação educacional (MION, 2002), que permitirá aos sujeitos construir respostas em suas próprias práticas educacionais, permitindo-lhes investigar respostas para seus problemas escolares, na própria prática escolar, desenvolvendo uma ação estratégica para resolução de problemas e na construção de conhecimento científico-educacional. Freire (1996), em relação à reflexão crítica sobre a prática, afirma que:

A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer [...]. Por isso, é fundamental que, na prática da formação docente, o aprendiz de educador assuma que o indispensável pensar certo não é presente dos deuses nem se acha nos guias de professor que iluminados intelectuais escreveram desde o centro do poder, mas pelo contrário, o pensar certo que supera o ingênuo tem que ser produzido pelo próprio aprendiz em comunhão com o professor formador (p. 43).

O pensar certo sobre a prática está conectado a uma formação onde o aprendiz de professor e de pesquisador desempenha um processo de iniciação científica, passando a vivê-lo como “investigador ativo” da realidade educacional, dentro da concepção de “Educação como Prática da Liberdade”. Esse processo passa a promover-lhe a auto-reflexão e reflexão crítica, possibilitando-lhe compreender e transformar sua realidade, problematizando suas situações-limite, levando-o ao ato de “fazer Ciência”⁹, ou seja, ao desenvolvimento do conhecimento científico-educacional em Ensino de Física.

A investigação-ação educacional (IAE) de vertente emancipatória, não está aqui resumida a uma abordagem metodológica; trata-se de uma concepção de pesquisa que abrange o campo das ciências humanas; motiva a escolha e tratamento de problemáticas; busca melhores condições de vida, da construção e vivência da cidadania ativa; transforma situações em uma comunidade; é pedagógica e política; atende o desenvolvimento do currículo escolar, do profissional, ou seja, considera a sociedade e a comunidade científica. Nela, o pesquisador desempenha papel fundamental de interlocutor e de sujeito do processo. Segundo Carr e Kemmis (1986), a investigação-ação é “uma forma de investigação auto-

⁹ Entendida aqui enquanto forma de conhecimento e prática social.

reflexiva feita em situações sociais, pelos participantes, no sentido de melhorar a racionalidade e justiça de suas próprias práticas, seu entendimento sobre essas, e situações que essas acarretam” (p. 162).

Em se tratando de racionalidade, primeiramente destaca-se a capacidade humana de discernir propriedades, de estabelecer relações e de construir argumentos, para apresentar e para defender as convicções necessárias. De um lado, é o exercício de uma faculdade cognitiva – chamada “razão”; de outro, o resultado da ação da “razão”, tornando-se a propriedade que perpassa os produtos dessa “faculdade”, sendo que nesse momento se estabelece a racionalidade, inculcada no programa educacional em voga.

O processo de formação do profissional da educação prescreve um histórico referente aos modelos de racionalidade aplicados. O primeiro modelo partiu da vertente “Taylorista”, baseado na racionalidade técnica, onde o exercício profissional era desempenhado como atividade instrumental, voltada diretamente à solução de problemas através da aplicação de teorias. Esse modelo pregava a separação entre os que produziam conhecimento e os consumidores e executores desse conhecimento, e, as ações produzidas.

A formação do profissional da educação com base na racionalidade técnica pressupõe a superioridade do conhecimento teórico sobre o prático. Essa ação, passava a estabelecer relações de subordinação entre o exercício do trabalho individual e uma prática pedagógica neutra e isenta de subjetividade.

Outra origem e/ou contribuição na formação do profissional da educação, está fundamentada em Dewey, que na década de 1920, apontava a experiência como a primeira fonte de educação, passando a racionalidade prática considerar o professor como sujeito do seu próprio desenvolvimento profissional, sendo o processo da reflexão sobre a prática o ponto fundamental. Assim, inculcada nessa racionalidade, isenta de objetividade, o professor

deixa de ser apenas técnico e executor, para se tornar o professor “prático reflexivo” (SCHÖN, 1991).

Outra vertente é a racionalidade comunicativa, que abarca dois universos racionais: o objetivo e o subjetivo, trazendo consigo o viés social. Deste modo, uma relação de três pressupostos que abrangem, de forma complementar, um novo conceito de racionalidade, em que a razão e a fundamentação são intermediadas pelo senso crítico.

Nesta última vertente, Habermas (1989) desenvolve a “Teoria da Ação Comunicativa”, em que a racionalidade dos indivíduos é mediada pela linguagem e pela comunicatividade. É na esfera da relação dos sujeitos que Habermas parte de sua concepção ontológica para a construção da racionalidade.

A ação comunicativa busca explorar uma sociologia no mundo da relação dos sujeitos, em que o universo subjetivo, a ação política e a racionalidade dos indivíduos se constituem em elementos estruturados de formação e de revitalização da esfera pública, na busca da emancipação social. Isso quer dizer que na teoria da ação comunicativa, Habermas (1989) formulou a teoria crítica da sociedade por meio da racionalidade das opiniões e das ações.

Essa racionalidade analisa as condições que um sujeito tem de cumprir para realizar os fins a que se propõe, sendo definida como a disposição dos sujeitos capazes de linguagem e de ação. A *ação* referida por Habermas (1989), no programa educacional, refere-se à prática educacional desempenhada pelos aprendizes de professor e de pesquisador, e a *linguagem* que o autor defende, no programa, é a comunicação desempenhada pelos aprendizes que tem fundamento no *diálogo* freiriano.

Essa racionalidade está relacionada com o que Habermas (1989) chama de conquista de conhecimento. Para ele, a racionalidade está mais próxima da forma como se adquire

conhecimento (da forma perceptiva dos sujeitos na busca desse conhecimento), do que da sua posse. Para o autor, a racionalidade pela comunicatividade envolve:

[...] podemos dizer que as ações reguladas normativamente, as auto-apresentações expressivas, e também as expressões valorativas suplementam os atos de fala constantivos na constituição de uma prática comunicativa que, contra um pano de fundo de um mundo-da-vida, é orientada para alcançar, sustentar e renovar o consenso e, na verdade, um consenso que se baseia no reconhecimento intersubjetivo de pretensões de validades criticáveis. A racionalidade inerente a esta prática é mostrada no fato de que um acordo alcançado comunicativamente deve ser baseado no final, em razões. E a racionalidade daqueles que participam dessa prática comunicativa é determinada pelo fato de que, se necessário, podem, sob circunstâncias convenientes, fornecer razões para suas expressões (HABERMAS, 1984, apud SILVA, 2001, p. 7).

Quando Habermas se refere ao alcance da racionalidade pela comunicação, faz-nos aproximar das idéias de Sutil (2006), em cujo trabalho, desenvolvido dentro do programa educacional, afirma que o trabalho coletivo e colaborativo é o fator que permite a existência de negociações entre elementos epistemológicos e sociológicos, na construção de conhecimentos científico-educacionais, pois permite a comunicação indispensável dentro de uma racionalidade dialética (comunicativa), e complementa: “seja na elaboração de planejamentos e redes conceituais, seja no tratamento com pessoas e materiais dentro das instituições escolares, seja na discussão dos significados tanto em ensino médio como na graduação” (SUTIL, 2006, p. 112).

Direcionado ao programa educacional, a IAE é contra a vertente da racionalidade desempenhada somente no sentido da técnica; é também contrária à racionalidade desempenhada somente na vertente prática. A via da formação inicial do aprendiz de professor e de pesquisador no programa, está na interlocução entre a racionalidade técnica e a prática, oferecendo, como alternativa, a vertente crítica que se encontra na racionalidade comunicativa, buscando a todo momento a interlocução entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático na construção e na análise da própria prática de ser professor. Deste modo, a concepção de educação freiriana só se faz em uma racionalidade comunicativa onde a educação tem se concretizado à medida que se busca educar uma população para ser

consciente e autônoma, segundo Rouanet (apud Carvalho, 2005, p. 17) (...) “na tríplice dimensão dos mundos objetivo, social e subjetivo”.

Nesse sentido, inserido no processo investigativo, o aprendiz de professor e de pesquisador – investigador ativo irá elaborar, desenvolver e analisar sua própria prática educativa, para constantemente reelaborá-la racionalmente. Segundo Mion (2002):

Investigador ativo, isto é, investigador de sua própria prática, tomando-a como objeto de investigação com possibilidades de construir teoria educacional nova em torno dela, a partir de uma reflexão teórica/reconstrução racional, sendo autor e intérprete de sua proposta de trabalho, construindo e vivendo a cidadania ativa – neste caso, produzindo conhecimento crítico (p. 29).

Nesse momento, acredita-se ser oportuno enfatizar que a utilização do termo investigador ativo, nesse trabalho, diferencia-o de outras proposições teóricas, como o *professor prático reflexivo*¹⁰ e a do *professor-pesquisador*¹¹. Cabe ao investigador ativo, como educador, segundo Mion (2002), incorporar a função social de professor e de pesquisador, cada qual em seu momento, em torno de uma atividade e/ou de projetos integrados a programas de pesquisa.

Um investigador ativo é um ator que compõe um nó epistemológico do programa educacional. Pode-se identificá-lo primeiramente como a professora e a pesquisadora da turma de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II – MPEF I e II, a autora desse trabalho (aprendiz de pesquisadora) e os alunos de graduação envolvidos (aprendizes de

¹⁰ “O professor prático reflexivo busca investigar saberes docentes para superar os problemas do cotidiano docente escolar. Promove ajustes entre o que planeja ou prevê e aquilo que acontece na interação com os alunos, em sala de aula. Adquire como características a crítica e a racionalidade técnica, oferecendo como alternativa a racionalidade prática, limitando a reflexão ao nível das técnicas utilizadas na ação pedagógica, sem que os fins da ação educacional sejam discutidas. Faz isso através da reflexão-na-ação e na reflexão sobre a reflexão na ação e através da pesquisa da prática docente como um estágio avançado de prática reflexiva” (MOSSMANN, 2005, p.89-91). Ou seja, nesta perspectiva, o professor não está comprometido com o processo de produção de conhecimento, com a pesquisa científica.

¹¹ “O professor-pesquisador investiga saberes docentes referentes ao próprio processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos escolares na educação básica. Investiga material pedagógico adequado as práticas docentes para superar os problemas do cotidiano docente escolar. Este critica a racionalidade técnica, mantém a dicotomia entre o conhecimento acadêmico e o professor da educação básica, ao propor que ao primeiro compete a produção do conhecimento e ao segundo, ter acesso a esse conhecimento e ressignifica-lo, continuamente contextualizando-o nas situações reais, desenvolvendo a autonomia na interpretação da realidade e dos conhecimentos que constituem seus objetos de ensino. Para isto utiliza métodos de pesquisa (observando, formulando questões e hipóteses, selecionando instrumentos e dados), através de parcerias com a universidade” (MOSSMANN, 2005, p.89-91).

professor e de pesquisador). Os aprendizes de professor e de pesquisador recebem a caracterização de investigador ativo, pois “ao mesmo tempo que vão à escola dar aulas de Física, estão buscando responder a uma pergunta e resolver um problema educativo no ensino de Física que eles mesmos levantaram” (MION, 2002, p. 163).

Ainda, inserido na vivência do processo de IAE de vertente emancipatória, o investigador ativo estará envolvido em um processo rigorosamente sistemático – a espiral de ciclos (LEWIN, 1946), pois a todo o momento estará planejando suas práticas educacionais, implementando-as, observando seus próprios passos via registros (manuscritos, gravações em áudio e vídeo), fazendo suas reflexões (guiado pelas teorias estudadas) e auto-reflexões para uma sistemática de reformulação para os próximos planejamentos e assim sucessivamente.

A inserção, nesses ciclos, em espiral, permite aos aprendizes de professor e de pesquisador em formação, a atuação em conjunto como uma rede de pessoas, que de forma colaborativa investigam suas próprias práticas educacionais na produção de conhecimentos científico-educacionais, fazendo ainda mediações à transformação do processo de ensino-aprendizagem. Logo, a IAE de vertente emancipatória permitirá ao aprendiz elaborar e reelaborar sua proposta educacional, atento para superar sua situação-limite.

Para concretizar um processo de investigação-ação, é preciso vivenciar os momentos desta e que formam a espiral auto-reflexiva lewiniana. Neste sentido, é necessária a participação dos envolvidos em todos os momentos da mesma: planejamento, ação, observação e reflexão para o replanejamento (MION & DE BASTOS, 2001, p. 31).

Segundo Angulo (1990), a IAE é “um processo epistemológico de indagação e conhecimento; compreensão dos que estão envolvidos e a situação social do ambiente que se investiga; um processo prático de ação e mudança e um compromisso ético de serviço à comunidade social e educativo” (p.40). Autores como Grabauska e De Bastos (2001), na vertente freiriana, afirmam que “a investigação-ação incorporando algumas das concepções de

Freire inscreve-se em uma nova dimensão, nitidamente interessada em emancipação dos seres humanos e francamente favorável à transformação da realidade” (p. 12).

A IAE é um instrumento que permite o desenvolvimento profissional dos investigadores ativos, pois segundo Souza (2004):

[...] necessita de um processo de reflexão colaborativa; enfoca a análise conjunta de meios e fins na prática; propõe a mudança da realidade e da prática escolar mediante a compreensão prévia e a colaboração dos investigadores ativos no planejamento, no desenvolvimento e nas estratégias de mudanças, ao favorecer um clima de ensino-investigação-aprendizagem profissional baseado na compreensão da aula para transformá-la (p. 261).

O direcionamento à formação inicial de professores de CNMT/Física, por meio do trabalho na vertente das práticas educacionais, está conectado a uma formação inicial alavancada na e pela pesquisa científica. O professor e pesquisador – investigador ativo, como agente transformador e competente, com conhecimentos e habilidades cognitivas, operacionais e sociais, tece conhecimentos colaborativamente, pois segundo Freire (1983), a colaboração não pode se dar, a não ser entre sujeitos.

Considerando nesse contexto, as idéias do antropólogo e sociólogo Bruno Latour (1990), seria como estabelecer uma rede de relações sociotécnicas com humanos e não humanos, no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional. Por considerar à atuação prática do aprendiz de professor e de pesquisador uma dimensão investigativa, buscase aproximações no que Bachelard (1996) chama de “espírito científico”, que se constitui, segundo Souza (2004), em “uma forma de criação ou no mínimo, a recriação do conhecimento” (p. 254).

O cenário para o ensino-aprendizagem de CNMT/Física é construído via pesquisa. Vê-se como pesquisa adequadamente aplicável à educação, a que desenvolve teoria negociada na sociedade e que pode ser comprovada pelos professores, que introduza mudanças profundas

no papel do professor, e novas exigências formativas via construção de projetos coletivos¹². Tanto a pesquisa como a formação de professores, somente poderão se desenvolver se estiverem mutuamente implicadas, pois faz parte da natureza da prática docente, além de ensinar, também pesquisar, buscar e indagar (FREIRE 1996).

Assim sendo, o aprendiz de professor e de pesquisador terá sua formação inicial conectada à realidade educacional, baseada em uma concepção educacional dialógico-problematizadora freiriana, pois além de fazer bem feito seu ofício de ensinar, terá o seu momento de pesquisar, duvidar, perguntar e, partindo de idéias iniciais, lapidando-as, apontar estratégias e procurar soluções para mudar a realidade afligente. Ou seja, aponta-se para a construção na formação de professores, o que Ventura (2002), chama de uma “Cultura do Aprender”.

1.4 A CONCEPÇÃO DE CONHECIMENTO VINCULADA À FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

O programa educacional de formação de professores de Física propicia um programa de iniciação científica aos licenciandos – aprendizes de professor e de pesquisador. Assim, além de basear-se em uma concepção de Educação e de pesquisa, já discutidas aqui nesse trabalho, também se fundamenta em uma concepção de conhecimento.

A concepção de pesquisa, envolvida no programa de formação de professores de Física, é a IAE de vertente emancipatória que possibilita a formação de sujeitos comprometidos em mudar a si mesmos ao problematizarem suas próprias práticas educacionais. Já a concepção de Educação do programa está alicerçada pelas idéias de Paulo

¹² A idéia de negociação em rede sociotécnica possibilita o trabalho por uma pedagogia de projetos, a qual reúne meios para os atores envolvidos agirem, partindo das informações que possuem, em vista de criar uma obra nova ou um produto novo e irreversível (VENTURA, 2002).

Freire (1979, 1980, 1983, 1996 e 2003). Logo, a concepção de conhecimento em que se baseia o referido programa, está baseada nos pressupostos da “metodologia dos programas de pesquisa científica” (MPPC), de Lakatos (1978 e 1979). Essa epistemologia racionalista crítica aponta que o conhecimento científico é uma construção humana sobre a realidade, estando sujeito a todo tipo de influência. Assim, a obtenção de um novo conhecimento ocorre a partir de conhecimentos anteriores, ou seja, o fato de se abandonar uma teoria implica em reconhecer outra, isto é, uma que melhor se adapte (limite de validação), sendo que toda a produção de conhecimentos retrata o movimento da prática histórica da Ciência e como ela progride.

Para Lakatos (1979), a Ciência mantém-se crítica, racional, dinâmica e em evolução pela competição de teorias ou, mais precisamente, pela competição de programas de pesquisa; Um programa de pesquisa é uma série de teorias em desenvolvimento. Nesse caso, o programa educacional de formação de professores adquire tal característica, pois desenvolve conhecimento científico-educacional. Defende ainda o marco distintivo da ciência através da MPPC, afirmando que a metodologia oferece uma nova reconstrução racional à Ciência, composta pelos programas de investigação, que constituem os grandes alcances científicos. As grandes realizações científicas, segundo ele, não se caracterizam apenas por uma hipótese isolada, antes por um “programa de pesquisa”. “A própria Ciência, como um todo, pode ser considerada um imenso programa de pesquisa com a suprema regra heurística de Popper: ‘arquitetar conjecturas que tenham maior conteúdo empírico do que as suas predecessoras’” (LAKATOS, 1979, p. 162). Os programas de pesquisa predizem fatos novos (conhecimento novo), fatos que programas anteriores ou rivais não haviam idealizado, ou até mesmo questionado. Em um programa de pesquisa progressivo, a teoria conduz a fatos novos, até então desconhecidos sendo que em programas degenerativos, as teorias são fabricadas meramente, para enquadrar fatos conhecidos (LAKATOS 1978).

Segundo Lakatos, um programa de pesquisa é caracterizado pelo seu “núcleo firme”. Ele é “‘convencionalmente’ aceito (e, portanto, ‘irrefutável’ por decisão provisória)” (LAKATOS, 1983, p. 116). Exemplos como a teoria da gravitação de Newton, a teoria da relatividade de Einstein, a Física Quântica, dentre outros, são, para Lakatos, programas de pesquisa, cada qual com seu ‘núcleo firme’ característico e fortemente defendido. Segundo ele, a Ciência newtoniana, por exemplo, não é simplesmente um conjunto de quatro conjecturas – as três leis da mecânica e a lei da gravitação –, mas estas quatro leis constituem apenas o “núcleo” do programa newtoniano. E este núcleo é fortemente defendido da refutação, por um “cinturão protetor”, de hipóteses e teorias auxiliares. Esse cinturão protege o núcleo firme, sendo constantemente modificado, recebendo orientações da chamada “heurística positiva”, que vêm a solucionar problemas e com o auxílio de técnicas matemáticas avançadas, digere anomalias e até as transforma em comprovações. “A heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as variantes irrefutáveis ‘do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção ‘refutável’” (LAKATOS, 1979, p. 165).

Por outro lado, a “heurística negativa” proíbe, frente a qualquer caso problemático, que o ‘núcleo firme’ seja declarado falso; a falsidade deverá incidir sobre as hipóteses auxiliares do ‘cinturão protetor’.

Assim, Mion (2002) trabalha nessa vertente de construção de conhecimento científico-educacional, baseado no programa de pesquisa científico lakatosiano, inferindo uma analogia do fruto de um abacate cortado ao meio com a organização do programa de pesquisa científico lakatosiano. No abacate, por exemplo, o caroço guarda a origem da vida e, portanto, refere-se à essência do programa educacional, seu “núcleo duro” – a *episteme*, com as funções da teoria social crítica, com a teoria da ação dialógica e com a epistemologia; a massa, além de comestível, é responsável pela manutenção da semente, referindo-se à heurística positiva,

que significa “a construção de processos de ilustração, os projetos singulares e, mais novas teorias”. A casca refere-se ao cinturão protetor, onde no programa educacional está a “organização da ação”, que são as propostas educacionais para o ensino de Física que cada aprendiz de professor e de pesquisador elabora, desenvolve e analisa durante seu estágio curricular supervisionado. Esta pesquisa abre discussões justamente para a *episteme* – “núcleo duro” e para a heurística positiva – a construção de processos de ilustração, os projetos singulares e, mais novas teorias.

1.5 A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

A Conferência Mundial sobre a Ciência declara que, “sem instituições adequadas de educação superior em Ciência e Tecnologia e em pesquisa, com uma massa crítica de cientistas experientes, nenhum país pode ter assegurado um desenvolvimento real” (UNESCO, 2000). A declaração direciona a educação científica e tecnológica como requisito fundamental para a democracia com igualdade no acesso à Ciência, não apenas como exigência social e ética, mas também necessária, para a realização plena do potencial intelectual dos seres humanos com instituições adequadas em Ciência e Tecnologia.

Nessa dimensão, procura-se estabelecer pontos cruciais para a formação de um profissional competente e habilitado, com conhecimentos de cunho científico e tecnológico. Proporcionar tal conhecimento na formação de professores, passa pelos desafios encontrados na própria prática, em que os envolvidos propõem ações e reflexões aos problemas encontrados em sua prática educacional. Isso corrobora com o que Souza (2004) afirma:

“desafiados por situações-problema que exigem ações didáticas e reflexões, para agir a partir das conclusões e conhecimentos adquiridos/construídos” (p. 258).

A educação científica e tecnológica abre portas ao desenvolvimento de uma educação mais comprometida com a cidadania ativa do indivíduo, na medida em que estimula a prática da criticidade diante da realidade, valorizando a busca de soluções para as situações-limite (FREIRE, 1983). Isso se torna possível na medida em que são possibilitadas interlocuções entre cientistas, professores, alunos e comunidade imbricados em redes de construção de conhecimentos. Vale enfatizar que no programa educacional defende-se a educação científica e tecnológica como relevante não apenas àquelas pessoas que anseiam por seguir carreira científica ou técnica, pois propiciar a educação científica e tecnológica implica aos envolvidos compreenderem que a Ciência está em todos os lugares, e como ela faz parte da vida cotidiana. Para isso, um educador crítico não se pode contentar que suas aulas sejam apenas o repasse de informações. Deve, assim, propiciar condições de compreensão aos seus alunos, dos mecanismos internos e externos da Ciência e da Tecnologia, bem como das relações nelas imbricadas.

Nessa vertente, aponta-se para a alfabetização científico-tecnológica (ACT). Essa alfabetização trata de uma concepção de educação científica e tecnológica, conectada diretamente com a concepção dialógico-problematizadora. Autores como Bazin (1977 e 1999) trabalham nessa linha. Esse autor defende a alfabetização científico-tecnológica como forma de ler e de se posicionar no mundo. Essa alfabetização compromete o ensino científico com a função de luta contra o imperialismo cultural, valorizando os conhecimentos regionais e o reconhecimento e a crítica da função da Ciência. Associa tal definição à leitura e à escrita de uma linguagem de comunicação, onde substitui o “ler e escrever” por “aptidões técnicas e atitudes científicas”, em compromisso com a transformação da própria realidade do indivíduo, como o estado de submissão política e econômica, em que nos encontramos frente aos países

ricos, por exemplo. Segundo ele, “alfabetizar só tem sentido se o uso das palavras fizer que o homem possua e modifique o mundo, compreendendo-o e exprimindo-se” (BAZIN, 1977, p. 96).

É nesse sentido que no programa educacional há possibilidade de se questionar como aparatos técnicos funcionam e/ou são fabricados de acordo com a teoria científica, ou seja, na transformação de objetos técnicos em equipamentos geradores (DE BASTOS, 1995). Diante disso,

A partir dessa construção inicial, pode-se sugerir leituras com novos desafios, agora mais específicos e acoplados aos princípios científicos que sustentam os referidos funcionamentos, problematizando não apenas o caráter científico-tecnológico deste equipamento tecnológico, mas seus aspectos sociais, históricos e educacionais. Admitindo que competência docente se constrói na prática educativa, é fundamental exercitar com os professores dos cursos de formação inicial e permanente de CNMT os processos de investigação que possibilitem o aperfeiçoamento da prática pedagógica. Sempre, evidentemente, concomitante ao conhecimento teórico. É essencial a auto-sustentação entre a teoria e a prática (SOUZA, 2004, p. 258).

Ou ainda, no programa educacional, poder-se-ia realizar uma análise de dispositivos técnicos no domínio das redes de relações sociotécnicas, cuja ação incide precisamente no ponto de articulação entre humanos e não-humanos. Os objetos técnicos são elementos constitutivos das redes de atores e, assim como a Ciência, estão implicados num processo de fabricação da natureza e da sociedade, do objeto e do sujeito.

Em relação à Ciência, esta é, antes de mais nada, um mundo de idéias em pleno movimento – um processo para a produção de conhecimento. É nessa linha que atua Bruno Latour (1990). O autor não define, em seus estudos, um modelo destinado à educação. Sua atenção está no desenvolvimento do conhecimento científico, conectado às implicações da relação CTSA. Mas, apropriar-se de seus preceitos, está no sentido de considerar cada elemento da sociedade científica e tecnológica como uma caixa-preta do conhecimento, cuja abertura revela a estrutura interna do conhecimento científico e a estrutura externa em que este se estabiliza nas redes de relações sociotécnicas da Ciência em construção.

O programa educacional de formação de professores busca uma formação para incorporar um novo perfil para o profissional da educação que caminha no sentido de trabalhar com conhecimentos sobre a educação científica e tecnológica, capazes de localizar os desafios mais urgentes de uma sociedade de rápido desenvolvimento científico e tecnológico, com dinamismo permanente, construção de conhecimento, de saberes, de valores e de atitudes. No entanto, antes, vê-se como necessário, discutir as relações sociotécnicas envolvidas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional. Isso será evidenciado no capítulo 2, onde se discute os aspectos constitutivos para tal desenvolvimento.

2. AS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: CONTRIBUIÇÕES DE BRUNO LATOUR

Bruno Latour (*apud* Schwartzman, 1997), afirma:

É por sucessivas transformações que o conhecimento científico avança. O que é local, particular, material, múltiplo e contínuo vai perdendo especificidade ao ser comparado, estandardizado, calculado, transformado em texto, comunicado, universalizado (p. 71).

Ainda, pergunta Latour (1994, p. 119) “como conectar-se sem, contudo, tornar-se local ou global?”

[...] existe um fio de Ariadne que nos permitiria passar continuamente do local ao global, do humano ao não-humano. É o da rede de práticas e instrumentos, de documentos e traduções (LATOUR, 1994, p. 119).

No que tange à ótica da formação docente, entende-se que essa extrapola o simples espaço/tempo vivido em cursos de ‘licenciatura’ ou ‘normal superior’. Compreende-se que essa formação é tecida a partir das mais diversas possibilidades de produção e de recriação de conhecimentos, de maneira objetiva, subjetiva e social, imbricadas em uma rede sociotécnica. Este capítulo tem como objetivo contribuir diretamente para corroborar as idéias de Bruno Latour, no tocante ao programa educacional. Para isso, são delineadas as relações sociotécnicas que se referem às relações desempenhadas por humanos e não-humanos, nos *nós*, mediadas pelas *malhas*, ambos estabelecidos na construção e validação de conhecimentos científico-educacionais. Em síntese, discute-se as idéias de Bruno Latour referente ao desenvolvimento do conhecimento, considerando a *Ciência em Ação* e o *Modelo de Tradução em Rede Sociotécnica*. O principal autor utilizado é Bruno Latour (1990, 1994 e 1997), complementando suas idéias com autores como Forquin (1993), Kneller (1980), Medeiros (2005), Snow (1995) e Ventura (2001 e 2002).

2.1 CONTEXTUALIZANDO A EPISTEMOLOGIA DE BRUNO LATOUR

Uma mudança significativa, no campo da Ciência, ocorreu a partir da imagem contemporânea retratada pelo epistemólogo Thomas Kuhn e por outros autores. Essa mudança aconteceu no início da década de 70, com pesquisadores na Escócia¹³, apegando-se ao desenvolvimento – o contexto social, como processo de produção de conhecimentos científicos. Classificada genericamente como *Estudos Sociais da Ciência*, passa a recrutar novos aliados, dentre eles, Bruno Latour, onde se busca uma amostragem significativa do seu pensamento analisando como ocorre o desenvolvimento do conhecimento científico.

Bruno Latour é de origem francesa e nasceu em 1947. Doutor em filosofia, sociólogo e antropólogo, professor da École Nationale Supérieure des Mines, em Paris, e da University of Califórnia, em San Diego, utiliza em seus estudos a sociologia do conhecimento, para apresentar a atividade científica como processo social.

Seu trabalho de analisar a produção social do objeto científico teve início em uma de suas visitas ao Laboratório de Neuroendocrinologia do Instituto Salk, na Califórnia, disposto a presenciar descobertas científicas e a estudar os pesquisadores como se fossem uma “tribo exótica”. No início, Latour não sabia se estava em uma reunião de militantes, em algum dispositivo policial ou até mesmo entre conspiradores. Pareciam todos jovens executivos, dinâmicos, que discutiam estratégias, investimentos, guerrilhas e viradas radicais.

Após o período de dois anos mergulhado na “desordem heterogênea e confusa do laboratório” (1975-1977), analisando as práticas cotidianas da pesquisa científica e preocupado em romper com as visões místicas da Ciência e dos seus métodos, Latour se uniu ao sociólogo inglês Steve Woolgar, e juntos estudaram a tecnociência¹⁴ a partir de descrições

¹³ Grupo formado pelo sociólogo Barry Barnes, pelo filósofo da Ciência David Bloor e pelo historiador Steven Shapin.

¹⁴ Tecnociência é atribuída por Bruno Latour. Ele diz tê-la criado com o fim de “evitar a interminável expressão *ciência e tecnologia*” (LATOUR, 1990, p. 53). Para a construção adequada da tecnociência, segundo Latour, é necessária a simultaneidade da atividade científica dentro e fora dos laboratórios. Em tal sentido, a tecnociência deveria ser entendida como um processo social construído. E, caso haja a separação do lado de dentro com o

densas dos laboratórios. Essas descrições envolviam relatos do que ocorria nesses espaços, enfatizando o que produziu a diferença entre a Ciência ocidental e outras formas de conhecimento, a manipulação de experimentos internos etc, acumulando informações para o retrato minucioso do processo científico.

No mundo todo, a antropologia já estudou tribos, costumes exóticos, representações simbólicas, tradições populares e os cultos mais complexos. Mas a indústria, a técnica, a Ciência e a administração pouquíssimas vezes foram estudadas. Assim nasceu o estudo sobre *A Vida de Laboratório* e a produção dos fatos científicos, trazendo uma reflexão, fundamentada sobre a transformação de enunciados científicos em fatos concretos, ou seja, um livro sobre a construção de uma significação da realidade científica e os procedimentos necessários, para que um enunciado se torne inquestionável e, por conseguinte, se torne um modelo teórico, ou para que ele seja definitivamente aniquilado e deixe de existir. Essa é uma das obras precursoras do trabalho de Latour, analisando criteriosamente o campo do fazer Ciência dentro dos laboratórios.

Depois de sua obra precursora, de investigar como a Ciência é feita na prática dos laboratórios, como um processo de negociação, de investigação e de debate coletivo, semelhante ao da política, Latour (1990) passa a estabelecer as recorrências e as singularidades entre as situações e os contextos em que ocorre o desenvolvimento do conhecimento. Ele abre a possibilidade de um campo de pesquisa interdisciplinar, dedicado às relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), mostrando a incapacidade de se dissociar a Ciência da Política e como esta, muitas vezes, acaba por decidir em nome da sociedade. Chama para a discussão os problemas de hoje, levando em consideração as implicações da relação CTSA para todas as partes interessadas, sejam humanos ou não-humanos (animais ou máquinas).

lado de fora, a viagem pela tecnociência se tornaria impossível (LATOUR, 1990). O autor a utiliza para descrever todos os elementos amarrados ao conteúdo científico, por mais sujos, insólitos, ou estranhos que possam parecer. Quanto mais esotéricos os conteúdos da ciência e tecnologia, maior será sua expansão externa.

Latour, em sua pesquisa no enfoque CTSA, trabalha no terceiro princípio do “Programa Forte”¹⁵, a simetria. Nessa categoria, uma explicação simétrica de teorias científicas ou de artefatos tecnológicos, requer outorgar a mesma categoria explicativa a atores humanos (o social) e a atores não-humanos (o natural ou o material), tecendo uma rede de relações que constitui a tecnociência.

Para isso, trabalha com a Descrição Etnográfica e o Construtivismo Social, sustentando a tese de que a Ciência é construída pelos humanos. Isso leva a estudos “microscópicos” da prática científica e à análise de como o conteúdo da Ciência é “construído”. Esse internalismo está diretamente conectado com o que acontece no ambiente externo (influência do social), isto é, a dimensão “macroscópica” que interfere diretamente nessa “construção”.

Nesse sentido, Latour (1990) não se preocupa, em nenhum momento, em definir o que é Ciência, já que a atividade científica é sempre simétrica, estando a ciência e a não-ciência em um mesmo plano. Segundo o autor, o importante é mostrar como se constrói tal distinção, olhando de perto a sua construção e todos os elementos nela contidos.

Nas obras do autor, encontra-se um Latour preocupado em diminuir a diferença entre os entendidos e os não-entendidos em Ciência e Tecnologia, ao descrever os bastidores do processo de produção da notícia científica, dentro e fora dos laboratórios. Torna-se relevante ressaltar que Bruno Latour não direciona em momento algum, em suas obras, qualquer tipo de estratégia, metodologia ou afins para o processo de ensino-aprendizagem ou para a formação inicial de professores, ou ainda diretamente relacionado à educação. A busca das aproximações e distanciamentos ao campo educacional é o objetivo desse trabalho.

¹⁵ Programa caracterizado por quatro princípios (causalidade, imparcialidade, simetria e reflexividade) para o desenvolvimento de uma sociologia do conhecimento científico. Neste programa a Escola de Edimburgo desenvolve a sociologia do conhecimento como extensão da sociologia clássica do conhecimento inspirando-se em Thomas Kuhn e outros autores.

2.2 A REDE SOCIOTÉCNICA

Ao partir do dicionário (FERREIRA, Aurélio, 1999) para buscar a definição da palavra “rede”, encontrar-se-á inúmeros significados. Isso acontece, pois a palavra ganha um sentido específico de acordo com o contexto em que é utilizada. De acordo com Lopes, (2004, *apud* MEDEIROS, 2005, p. 43), a palavra rede pode ser um conjunto de coisas ou de circunstâncias, de pessoas ou de instituições, interligadas em torno do mesmo interesse.

Para Castells, as redes constituem: “a nova morfologia social de nossas sociedades, e a difusão da lógica de redes modifica de forma substancial a operação e os resultados dos processos produtivos e de experiência, poder e cultura” (CASTELLS, 1990, p. 497).

Assim, para caracterizar a *rede* em voga nesse trabalho, levando em consideração o processo científico, parte-se dos pressupostos encontrados em Latour (1990). Tal *rede* caracteriza a construção de conhecimento científico, e o autor a chama de rede sociotécnica.

Essa rede adquire como principal característica uma estrutura caótica. Segundo Latour (1990), ela se classifica pela heterogeneidade, permitindo múltiplas entradas e conexões, marcada pela pluralidade e pela complexidade, adquirindo pontos de convergência e de bifurcação estabelecidos a todo o momento, definidos pelos agenciamentos internos sem limites externos. Sua topografia não se caracteriza amorfa, apresentando, porém, estruturas diferenciadas. Nesse caso, a estrutura caótica não se torna obstáculo à construção do conhecimento; ao contrário, ver-se-á que é o melhor dos coadjuvantes para o desenvolvimento do conhecimento.

A noção de rede sociotécnica parte da teoria ator-rede estabelecida por Latour, por romper muitas das linhas divisórias convencionais entre Ciências Naturais (CN) e Ciências Sociais (CS), uma vez que fatos científicos e artefatos, se e quando atingem uma forma final ou estabilizam-se por períodos mais ou menos longos, fazem-no por meio de uma rede complexa de condicionalidades e interações, justapondo materiais heterogêneos. Tais

condicionalidades e interações são estabelecidas pelos chamados - *actantes* - animais racionais e animais irracionais tecnocientíficos na rede, ou seja, “qualquer coisa ou pessoa capaz de ser representada” (LATOURE, 1990, p. 138). O autor sugere:

O grande interesse dos estudos científicos consiste no fato de proporcionarem, por meio do exame da prática laboratorial, inúmeros casos de surgimento de atores. Ao invés de começar com entidades que já compõem o mundo, os estudos científicos enfatizam a natureza complexa e controversa do que seja, para um ator, chegar à existência. O segredo é definir o ator com base naquilo que ele faz – seus desempenhos – no quadro dos testes de laboratório. Mais tarde, sua competência é deduzida e integrada a uma instituição. Uma vez que, em inglês, a palavra “actor” (ator) se limita a humanos, utilizamos muitas vezes “actant” (actante), termo tomado à semiótica para incluir os não-humanos na definição (LATOURE, 2001, p. 346).

Na sua teoria ator-rede, uma rede de atores é simultaneamente um ator, cuja atividade consiste em trazer novos elementos para dentro de sua rede, redefinindo-a e transformando-a constantemente. Os exercícios são direcionados para a promoção de fluxos, de circulações, de alianças e de movimentos, em vez de se remeter a uma entidade fixa. Como uma rede de atores não é redutível a um ator sozinho, será sempre por meio da relação colaborativa que sua forma, seu sentido e atributos serão definidos no interior das redes sociotécnicas que sustentam a produção científica, por mais que as “caixas-pretas” sejam fechadas. A teoria ator-rede vê a Ciência como “um processo de “engenharia heterogênea” no qual elementos do social, do técnico, do conceitual, e do textual são justapostos e convertidos (*ou traduzidos*) para um conjunto de produtos científicos, igualmente heterogêneos” (LAW, 1989, p. 3).

Latour (1990) lança um olhar crítico, relacionado ao paradoxo entre a atividade científica em busca da Ciência pura, sem a contaminação social, bem como, a partir do social. Por esse motivo, estabelece que o processo de produção do conhecimento científico tem características de uma rede sociotécnica. Para isso, é necessário entender a estrutura existente por de trás deste universo.

A rede sociotécnica é composta das relações entre humanos e não-humanos que tecem conhecimentos oriundos da “realidade”, trazendo a todo o momento novos componentes para a rede, via negociações estabelecidas. Nesse sentido, é possível estabelecer uma rede de

conhecimentos em pleno desenvolvimento, através do contexto social e técnico da realidade dos envolvidos nela, modelados pelas negociações internas e externas ao laboratório de atuação.

Tais negociações estão direcionadas ao que Sutil (2006) chama de aspectos epistemológicos e sociológicos, negociados no ensino-aprendizagem de Física. A autora detecta a necessidade de se elevar o nível das negociações por “aumentar o número de negociadores e de recursos disponibilizados, como meios para um melhor aprendizado dos alunos – de graduação e do ensino médio” (p. 100), afirmando ainda que a falta de conhecimentos epistemológicos culmina com dificuldades de comunicação, de negociação, de empobrecimento da obra e do processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, a rede não pode ser confundida com um único tipo de vínculo, pois é capaz de crescer por todos os lados e direções, sendo seu único elemento constitutivo o *nó* (entende-se por construção dos *nós* o desencadear da pesquisa). Para tanto, a habilidade dos atores de se propagarem na rede, tecendo as *malhas* do conhecimento (entende-se por *malhas*: fios conectores dos nós que sustentam a produção científica, concretizando o fato – o próprio conhecimento científico), envolve apropriar-se de preceitos científicos, bem como de questões referentes à sobrevivência humana ou ao futuro de reservas naturais do país, nas quais permeiam as redes sociotécnicas, tecidas a todo o momento. Sob essa ótica, a rede sociotécnica, descrita por Latour (1990), permite perceber e denunciar as implicações envolvidas na relação CTSA, incutidas no processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Assim, Latour (1990) não só vê os cientistas fechados em seus laboratórios, mas também, condicionados em redes de conhecimento. Os recursos em uma rede estão concentrados nos *nós*, que estão ligados uns aos outros pelas *malha*. As malhas permitem disponibilizar os recursos espalhados em uma rede a todo o momento, mesmo que, os *nós*

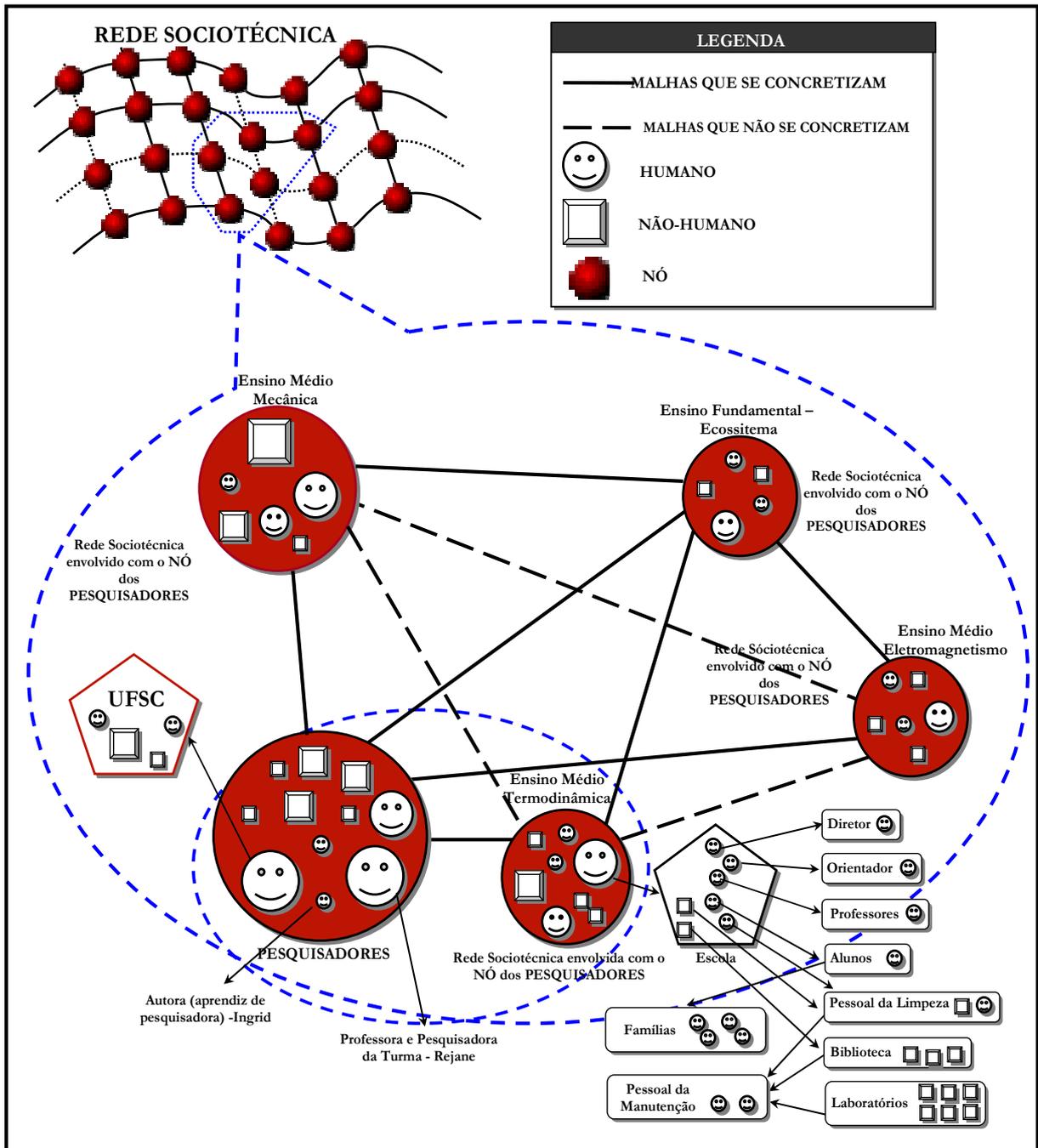
pareçam se estenderem por toda a parte. Afirma ainda, que independentemente de onde estejam, de tal forma que às vezes lhe parecem executivos, conspiradores ou mesmo guerrilheiros na forma diária como conduzem suas tarefas, as pessoas que estão realmente fazendo Ciência estão por todos os lugares, pois, segundo o autor, a Ciência em Ação se dá em sociedade, um processo tão coletivo que uma pessoa sozinha só constrói sentimentos, alegações, sonhos...

Ainda, para Latour (1990), há uma fronteira real que deve ser traçada entre quem está dentro e quem está na parte de fora dos laboratórios. “Se seguirmos quem está fora, encontraremos uma série de políticos, homens de negócio, professores, advogados, e assim por diante” (p. 261). Ainda continua [...] “prossequimos trazendo de fora um número cada vez maior de pessoas para o mundo da Ciência [...] as poucas pessoas oficialmente chamadas de “cientistas acadêmicos” constituem um grupo ínfimo em meio ao exército de pessoas que fazem ciência” (p. 284). Isso quer dizer que se estabelece uma rede de relações, inerentes às atividades humanas. Segundo Amaral (2004), as redes sociais são caracterizadas pela intencionalidade nos relacionamentos, os objetivos comuns conscientes, explicitados e compartilhados. Os fluxos e ciclos das redes sociais são canais de circulação de informação, de conhecimento e de valores (sistemas simbólicos).

Nesse contexto, na tentativa de estabelecer uma rede de relações levando em consideração o cotidiano, constata-se o emergir de conjuntos de redes. Primeiramente pode-se considerar a rede de relações que se estabelece na escola: o motorista do ônibus e as pessoas com quem se relaciona durante o trajeto; o senhor que cuida da entrada no portão da escola, o diretor, os professores, os alunos, a servente da escola, dentre outros. Desta forma, todas as atividades desempenhadas pela própria vontade do indivíduo e a afinidade com outros, sustentam as redes de relações sociais. Nesse aspecto pergunta-se: é possível estabelecer a

rede de relações sociotécnicas, dentro do programa educacional, onde se encontram inseridos os participantes desse trabalho?

Figura 1 - Representação de uma Rede Sociotécnica



As relações estabelecidas na vivência no programa educacional pelos 12 aprendizes de professor e de pesquisador do curso de Licenciatura em Física da UEPG, nessa rede, englobam a Secretaria e o Núcleo de Educação, e a própria Universidade (o curso de Física, o Mestrado em Educação e o grupo de pesquisa no CNPq). Esses aprendizes abrangem 8 escolas diferentes da região de Ponta Grossa e dos Campos Gerais no Paraná, no trabalho com quatro temáticas da Física e com três elementos não-humanos¹⁶. Nessa ótica, direta ou indiretamente, a rede estabelecida abrange os diretores de cada uma das escolas, os orientadores educacionais, os professores que gentilmente cederam suas turmas, os servidores responsáveis pela limpeza e manutenção das escolas e a estrutura física (bibliotecas, laboratórios experimentais, laboratórios de informática, salas de vídeo e todos os instrumentos utilizados). E, considerando ainda os envolvidos diretamente, aproximadamente 400 alunos. Desses alunos envolvidos, aproximadamente 50 deles são do Ensino Fundamental e 350 do Ensino Médio. Nesse aspecto, aproximadamente 400 famílias envolvidas.

Essas relações, estabelecidas pelos aprendizes, segundo Barnes (1987, *apud* MEDEIROS, 2005), são um complexo de relações interpessoais entre um grupo de indivíduos que perpassa primeiramente pelas relações familiares, como também, entre outras redes sociais com o indivíduo, estabelecendo vínculos, e utilizando os recursos de seu meio para o bem coletivo e/ou individual.

Em rede sociotécnica, as relações sociais só acontecem quando ela se constitui efetivamente participativa e colaborativa, com características de um grupo e não apenas de um agrupamento. A diferença entre grupo e agrupamento foi estabelecida pelo filósofo J. Paul Sartre (2002), referindo-se ao grupo como uma relação mútua e dependente e o agrupamento como uma situação de passividade e indiferença. A diferença entre eles é estabelecida na tabela (1).

¹⁶ Tanto as temáticas, quanto os elementos não-humanos trabalhados, serão explicitados nas páginas seguintes.

TABELA 1 - Diferença entre Agrupamento e Grupo

	AGRUPAMENTO	GRUPO
Interesses	Exteriores	Fortes e interiorizados
Conhecimento	Anonimato	Profundo
Relacionamento	Superficial	Vincular, interdependente
Comunicação	Indireta	Direta
	Unilateral	Bilateral (feedback)
Objetivos	Em comum	Comum a todos
Diversidade	Problema	Riqueza
Atitudes	Autocentrada	Descentrada
	sem compromisso	com compromisso
	sem confiança	com confiança
	Competitiva	Cooperativa
	Passiva	Pró-ativa
Sentimento	Indiferença	Motivação
Ação	não refletida	integrada com pensamento e emoção
	Circunstancial	Transformadora

Fonte: SCHLITLER, 2000 *apud* AYRES, 2001, p. 18.

Segundo a autora Schlitler (2000):

Transformar agrupamentos em grupos não é um processo espontâneo: exige conhecimento técnico, vontade e coragem para mudar. Sabemos que no cotidiano das organizações são comuns mal-entendidos e ruídos na comunicação, competição (disfarçada ou não), boicotes e pactos, que acabam impedindo a realização dos objetivos. Sem falar no clima autoritário, na burocracia e nas dificuldades para assunção e atribuição de cargos e funções (*apud* AYRES, 2001, p. 19).

Ao analisar o processo de construção do conhecimento, coloca-se em cena a rede sociotécnica, como o “solo” no qual o conhecimento é produzido pelos envolvidos. Pois a base para a produção de conhecimento em rede é a cultura. Assim, só se desenvolve o aspecto de determinada rede se esta fizer parte da cultura popular, de todos os envolvidos nela, junto com a bagagem histórica, provocando rupturas nos mitos pré-estabelecidos.

2.2.1 A CULTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM REDE SOCIOTÉCNICA

Nas ciências sociais, a cultura é pensada como o conjunto de aspectos que caracterizam o modo de vida de um grupo, de uma comunidade ou de uma sociedade. É considerada como bem social, como resultado do trabalho do homem, de sua contribuição no processo de criação-recriação cultural da experiência humana no mundo (FORQUIM, 1993). Entendida como um conjunto dos modos de ser, viver, pensar e falar de uma dada formação social; cultura como uma incorporação, por isso crítica, criadora e democrática, frente à realidade, como ser no mundo com o mundo (FORQUIN, 1993). Santos (1996), em sua abordagem de cultura como “aspectos da realidade social”, afirma que “cultura diz respeito à humanidade como um todo e ao mesmo tempo a cada um dos povos, nações, sociedades e grupos humanos” (*apud* MEDEIROS, 2005, p. 26). Ainda, para Bosi (1992), cultura não é apenas a herança de valores, mas também o projeto de um convívio mais humano. A cada conceito responde uma dimensão temporal: o presente, o passado e o futuro.

Contudo, quando se trata de educação, não se pode deixar de falar em cultura. Em nível geral e global, educação e cultura aparecem como as duas faces, recíprocas e complementares, de uma mesma realidade: “uma não pode ser pensada sem a outra e toda reflexão sobre uma desemboca imediatamente na consideração da outra” (FORQUIN, 1993, p.14). Isso quer dizer que é necessário se conhecer mais sobre a própria cultura. Como afirma Ventura (2002), conhecer a estrutura do Núcleo dos Átomos, as idéias da Mecânica Quântica, o Projeto Genoma e nosso clima, ou seja, “questões antes consideradas partes de uma cultura sofisticada ou esnobe” (p. 2). O autor faz essas afirmações, pois acredita que se corre o risco, caso não haja a disseminação e a compreensão dos fundamentos científicos, de “surgir novas formas de exclusão social: dos “sem-acesso” às novas ferramentas de comunicação e novas tecnologias e saberes e “sem-acesso” portanto, a essa nova cultura” (VENTURA, 2002, p. 3). Hoje, infelizmente o processo de ensino-aprendizagem retrata o que Freire (2001) chama de

“cultura do silêncio, onde existir é apenas viver. O corpo segue ordens de cima. Pensar é difícil; dizer a palavra, proibido” (p.74).

Nesse aspecto, vê-se a necessidade do trabalho com a popularização de uma cultura científica e tecnológica. Primeiramente, entende-se por cultura científica:

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

Ainda, considera-se cultura científica, as concepções de Vogt (2003), onde afirma que a cultura científica engloba a alfabetização científica, a popularização da Ciência e a percepção/compreensão pública da Ciência. Para o autor, a cultura científica engloba todos esses aspectos e contém, em seu campo de significações, a idéia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, tanto na sua produção, difusão ou na dinâmica social do ensino e da educação, como também de sua divulgação na sociedade como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais de seu tempo e de sua história.

Na seqüência, compreende-se por cultura tecnológica aquela que perpassa na relação entre o homem e a tecnologia, envolvendo segundo Medeiros (2005), [...] “um processo de apropriação da cultura tecnológica, que influencia diretamente a sua atuação na sociedade em rede” (p. 6). Continua, ainda, afirmando que “a cultura tecnológica, refere-se aos novos comportamentos advindos da utilização dos recursos da tecnologia, principalmente da tecnologia da comunicação e da informação” (p.14).

Em relação a popularização da cultura científica e tecnológica, não se pretende focá-la como reflexo do passado, mas como uma memória sempre presente, como uma cultura que

oferece subsídios, a partir da realidade concreta dos estudantes, deixando o tradicionalismo e optando por diferentes tipos de seleção no interior da cultura.

Trabalhar com essa popularização pode abrir portas para a construção de novos valores.

Há uma necessidade de atitudes e procedimentos didático-pedagógicos da disciplina de Física, não negando a boa intenção e a prática tradicional de muitos professores, mas sim em questionar o atual “estado da arte”, para alertar, sinalizar e propor novas frentes de atuação, vislumbrando um novo cenário para o ensino-aprendizagem de Física (ANGOTTI & DELIZOICOV, 2001, p. 9).

Acredita-se ser oportuno enfatizar que na educação não se transfere cultura, considerada patrimônio simbólico e que tampouco se transmite fielmente uma cultura ou culturas (sentido etnológico e sociológico). A educação transmite, no máximo, algo da cultura, com seus elementos sem homogeneidade, provindo de fontes diversas, de épocas diferentes, com princípios e lógicas de desenvolvimentos heterogêneos.

É necessário reconhecer, com efeito, que esta ordem humana da cultura não existe em lugar nenhum como um tecido uniforme e imutável, mas que ela se especifica, ao contrário, numa diversidade de aparências e de formas segundo os avatares da história e as divisões da geografia, que ela varia de uma sociedade a outra e de um grupo a outro no interior de uma mesma sociedade, que ela não se impõe jamais de forma certa, incontestável e idêntica para todos os indivíduos, que ela está submetida aos acasos das “relações de força simbólicas” e a externos conflitos de interpretação, que ela é imperfeita, lacunar, ambígua nas suas mensagens, inconstante nas suas prescrições normativas (FORQUIN, 1993, p. 14).

Quando se pensa na educação como meio para a incorporação da cultura científica e tecnológica, Souza et al (2001) chama a atenção nesse aspecto, em afirmar que as “mídias”, por exemplo, colaboram para o processo de ensino-aprendizagem diminuindo as barreiras, presentes na obtenção do conhecimento científico da Física, gerando a cultura científica e tecnológica. Ainda, Freitas (2004), acredita na aproximação entre o homem e o objeto técnico, para produzir certa familiaridade com a tecnologia¹⁷. Segundo a autora, assim como a cultura

¹⁷ Entende-se por tecnologia: “conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade” (Kenski, 2003, *apud* Medeiros, 2005, p. 23). Ainda, segundo Pacey, A (*apud* Lima, 2002): “[...] A tecnologia, (...) é

guia as relações do homem com a sua sociedade, a cultura tecnológica se faz necessária justamente por facilitar o processo de socialização do homem no mundo atual.

Acredita-se, também, no processo de incorporação da cultura científica e tecnológica no sentido das palavras de Bazin (1999). Segundo o autor, não basta apenas: “[...] notar a presença de objetos tecnológicos na sociedade. A questão é saber se as pessoas se apropriaram dos conteúdos da Ciência e se apreciaram os mecanismos interiores dos objetos tecnológicos”¹⁸ (p. 30). Esses objetos se fazem presentes, na realidade, mas nem sempre é do conhecimento do indivíduo. Isso vai ao encontro das idéias de Pacey (1990), que alerta-nos para a educação em Ciências. A educação em Ciências, muitas vezes, acaba por se concentrar em princípios gerais de funcionamento e fabricação de objetos técnicos, deixando de investigar a fundo os aspectos e os detalhes que se referem as questões do cotidiano das pessoas.

Por esse motivo, este trabalho visa subsidiar, na formação de professores de CNMT/Física, discussões pertinentes ao campo da Ciência e da Tecnologia e sua relação com a Sociedade e com o Ambiente, por destinar o mesmo tratamento sistemático a ambas, sem valorizar tanto uma em detrimento de outra. Como afirma Freire Jr. (2003), promover a relação entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade representa o “melhor antídoto contra tendências irracionais contemporâneas” (p. 482).

Levar em consideração o irracionalismo está diretamente conectado à dimensão estabelecida por Latour (1990), referente ao conhecimento científico, por ir muito além dos cientistas. Como a rede sociotécnica só existe quando o conhecimento científico está em pleno desenvolvimento, as *malhas* são tecidas pela contribuição direta da sociedade, e os que

cultural, moral e politicamente neutra. Ou seja, produz instrumentos independentemente do sistema de valores de uma localidade e pode ser usada, mesmo imparcialmente, para diferentes tipos de estilo de vida. Assim sendo, tecnologia é algo amoral, que pode ser usado para o bem ou mal. Conquanto a destruição nuclear ou a poluição sejam problemas reais, não estão associados à essência da tecnologia, mas ao uso que é dado à mesma [...]” (p. 78).

¹⁸ Em todo o trabalho, adota-se a concepção de “objetos técnicos” como produto. Entretanto, optou-se por manter “objetos tecnológicos” considerando Maurice Bazin (1999) nessa página, como também Bruno Latour (1990), em nota de rodapé na página 68, simplesmente para conservar a citação dos autores.

não se apropriam de seus conhecimentos caem por entre elas; são humanos povoando o mundo com mentes irracionais (sentido de pensar frente ao conhecimento científico). Ele afirma que a irracionalidade mantém as pessoas por demais ocupadas para entender sobre Ciência e Tecnologia, e acrescenta:

[...] Como ocorre com os milhões ou bilhões de leigos, o que eles sabem sobre Ciência e Tecnologia provém apenas de sua vulgarização. Os fatos e artefatos que esta produz caem sobre suas cabeças como um fado externo tão estranho, desumano e imprevisível quanto o *Fatum* dos antigos romanos (LATOURE, 1990, p. 34).

Contudo, não é de se espantar que o trabalho feito por professores, jornalistas, e divulgadores mesmo com inúmeras dificuldades, busquem incansavelmente trazer para o universo dos fatos e artefatos, esses milhões ou bilhões de excluídos. Segundo Latour (1990):

[...] a dificuldade de se escreverem artigos “populares” sobre Ciência é uma boa medida do acúmulo de recursos nas mãos de poucos cientistas. É difícil divulgar a Ciência porque ela é planejada para alijar logo de cara a maioria das pessoas. Não espanta que professores, jornalistas e divulgadores encontremos tanta dificuldade quando tentamos trazer de volta os leitores excluídos (p. 88).

Promover a inclusão dos leigos ao universo dos fatos e artefatos, perpassa pelo âmbito educacional. Portanto, vê-se como necessária uma formação docente que possibilite essa articulação pelo educador, com o objetivo de formar o educando um cidadão crítico, consciente, habilitado a trabalhar e a viver em sua própria sociedade, sociedade do conhecimento.

Nesse sentido, admite-se uma formação docente que proporcione a incorporação da cultura científica e tecnológica. E será na vivência do programa educacional, efetivando o processo de investigação-ação na construção de propostas educacionais em Ensino de Física (MION, 2002), que a incorporação dessa cultura se efetivará. O fato de viver um programa educacional em um processo de investigação-ação, na elaboração de propostas educacionais¹⁹,

¹⁹ Entende-se que a proposta educacional é o resultado da vivência de um processo de problematização de conceitos e práticas (conhecimentos veiculados e as atividades educacionais adequadas à discussão) e da pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho. Nela, os aprendizes de professor e pesquisador elaboram suas próprias propostas educacionais, referente às situações problemáticas encontradas pelos próprios

permite estabelecer uma ponte entre as Ciências Naturais (CN) e as Ciências Humanas (CH). Esse liame será válido, acredita-se, quando se pensar sobre a “terceira cultura” de Snow (1905-1980). Em sua obra *“As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica”*²⁰, o autor discute o pensar, em como a formação científica, em vários níveis, e a divulgação científica podem considerar a incomunicabilidade e a incompreensão entre a cultura científica e a cultura humanística.

Essa obra coloca o problema do diálogo entre as Ciências em geral, em especial entre literatura e Ciências sociais de um lado – que ele classifica de humanidades, e Ciências, simplesmente, de outro, que se destina às Ciências físico-naturais. O autor discute a importância do uso das Ciências, das artes e das humanidades para diminuir as diferenças entre classes, bem como a dificuldade na solução de diversos problemas que envolviam a humanidade à sua época, possibilitando um diálogo inteligente com o mundo. Segundo Zanetic (2002):

Não há dúvida que para estabelecer um diálogo inteligente com o mundo é preciso que o leitor domine de forma competente a leitura e a escrita, portanto a literatura deve ter um papel de destaque na educação. Resultados recentes de avaliações internacionais do nível de leitura e escrita em dezenas de países desenvolvidos e subdesenvolvidos não situaram o Brasil numa posição muito confortável. Assim, enfatizar o papel da literatura é um tema extremamente relevante e atual (p. 5).

Nessa ótica, Snow (1995) salientava que a separação entre as “duas culturas” trazia implicações de natureza ética, epistemológica e educacional, sendo que uma maneira de romper com a polaridade dos intelectuais da literatura de um lado e a dos cientistas do outro, seria buscar uma terceira cultura: repensar a nossa educação. O autor, porém salienta:

nas escolas que desenvolvem o estágio curricular obrigatório, do curso de Licenciatura em Física (o que permite a construção de projetos de pesquisa - a construção de conhecimento científico-educacional).

²⁰ SNOW, Charles Percy. **As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica**. São Paulo: Edusp, 1995.

As mudanças na educação não irão, por si sós, solucionar os nossos problemas. Mas, sem essas mudanças, nem sequer compreenderemos quais são os problemas. As mudanças na educação não estão produzindo milagres. A divisão da nossa cultura está nos tornando mais obtusos do que necessitamos ser [...] Mas, como já disse antes, não estamos formando homens e mulheres que possam compreender o nosso mundo tanto quanto Piero della Francesca, Pascal ou Goethe compreendiam o seu. No entanto, com sorte, podemos educar uma grande proporção de nossas melhores inteligências para que não desconheçam a experiência criativa, tanto na ciência quanto na arte, não ignorem as possibilidades da ciência aplicada [...] (SNOW, 1995, p. 128).

Assim, o fato está em não reduzir a educação como meio de solucionar os problemas da humanidade, muito menos de generalizar que mais nada neste mundo tem solução; mas em conhecer o declínio em que se está vivendo. Snow (1995) afirma que isso é difícil, pois rompe com o padrão vigente, contudo remete a todos à esperança e à coragem para efetuar o que suas mentes pretendem.

2.3 ELEMENTOS ESTRUTURADORES DA CIÊNCIA

A palavra Ciência vem do latim, *scientia*, que significa conhecimento. Geralmente, passa a ser utilizada, quando se abrange qualquer campo sistemático de estudo ou de conhecimento obtido a partir do estudo. Assim, pode-se afirmar que há diferentes teorias a respeito do que se entende por Ciência.

Segundo Borges (1996), de acordo com o empirismo, as teorias científicas são aquelas empiricamente testáveis e preditas. Na mesma vertente, está a doutrina do positivismo lógico, “que representa uma forma extremada de empirismo, com a preocupação de dar base lógica ao conhecimento científico” (p. 24). Em contraste, o realismo científico define a Ciência na ontologia, por identificar fenômenos e entidades no meio, seus poderes causais, os mecanismos por meio dos quais se exerce esses poderes e as fontes de tais poderes em termos da estrutura das coisas ou da natureza interna. Há ainda, concepções que se fundamentam na

construção das interações nas quais se estabelece, denominado Construtivismo, nas mais variadas visões como: o racionalismo crítico ou hipotético-dedutivismo de Popper, o contextualismo de Kuhn, o racionalismo dialético de Bachelard e o anarquismo epistemológico de Feyerabend (BORGES, 1996). Assim, a Ciência, hoje, se fundamenta em todos esses princípios apontados, para estabelecer o que é chamada de lei universal. E, caso queira defini-la como um corpo de entendimento, não se estará caindo no equívoco.

Nesse sentido, Pinheiro (2005) afirma que um conceito científico é a representação de um objeto de conhecimento e que sua formulação depende do campo conceitual do qual faz parte. Relacionado ao campo da Ciência Física:

[...] o conhecimento físico tem por objetivo a descrição mais exata possível de fatos observados ou produzidos a partir de uma teoria pré-existente e que, geralmente, ele é um corpo articulado de conceitos, leis, princípios, convenções, que se relacionam por meio de operações lógico-formais e se articulam por meio de regras matemáticas (PINHEIRO et al, 2000, p. 35).

Partindo do ponto de vista epistemológico, os conhecimentos físicos estruturam-se em modelos teórico-científicos. A partir das proposições de Kneller (1980), Pietrocola (2001) define um modelo teórico:

Modelo teórico é tido como o tipo mais importante de modelo utilizado pela Ciência. É definido como um conjunto de pressupostos que tratam de explicitar um objeto (modelo de bola de bilhar, modelo corpuscular da luz). Um modelo teórico atribui ao objeto ou sistema uma estrutura ou mecanismo interno. Essa estrutura ou mecanismo é responsável por certas propriedades do objeto ou sistema descrito pelo modelo. No caso dos modelos físicos, além dessas características, eles devem ser expressos na forma de equações matemáticas (PIETROCOLA, 2001, p. 37).

Considerando, nesse caso, a construção de conhecimentos no programa educacional como “rede de atores”, significa defini-la pelos híbridos²¹ (LATOURE, 1994), enquanto

²¹ O autor identifica como híbridos: “[...] quando surgiram apenas algumas bombas de vácuo, ainda era possível classificá-las em dois arquivos, o das leis naturais e o das representações políticas, mas quando nos vemos invadidos por embriões congelados, sistemas especialistas, máquinas digitais, robôs munidos de sensores, milho híbrido, bancos de dados, psicotrópicos liberados de forma controlada, baleias equipadas com rádio – sondas sintetizadoras de genes, analisadores de audiências, etc.; quando nossos jornais diários desdobram todos esses monstros ao longo de páginas e páginas e nenhuma dessas quimeras sente-se confortável nem do lado dos

considerar a Ciência a partir de noções, como objetividade, neutralidade etc. Pois, segundo Kneller (1980), “A Ciência, sempre foi influenciada pelas visões de mundo e ideologias das sociedades em que ela é feita e, nessa mesma medida, nunca foi moralmente neutra” (p. 279). Quando se refere aos indivíduos envolvidos no campo da produção de conhecimentos em Ensino de Física, ou seja, a construção de conhecimentos científico-educacionais realizado pelos aprendizes de professores e de pesquisadores²², isso se dá somente a medida em que os mesmos entendem e aprendem sobre sua própria realidade. Entretanto, para isto, vê-se como prioridade a problematização frente a concepção de Ciência que esses têm, a contextualização histórica do problema de pesquisa, o ambiente sócio-histórico em que se insere o “fazer Ciência”, bem como, sua própria formação. Certamente, não se trata de questões simples, uma vez que a própria descrição, o diagnóstico dessa realidade, faz-se com base em determinados enfoques teórico-metodológicos, longe de serem consensuais.

Em suma, a construção científica é um debate marcadamente político. As visões de mundo, o entendimento a respeito da Ciência e da formação do aprendiz de professor e pesquisador do Ensino de Física, suas necessidades e soluções, implicam uma posição política, uma localização no terreno das idéias, um situar-se também, num campo de interesses e de forças, que transcende consideravelmente o campo das puras formulações e das análises.

Nesse contexto, a iniciação científica vivida pelos aprendizes de professor e de pesquisador em Ensino de Física no programa educacional, possibilita durante sua formação acadêmica tais reflexões críticas na construção, na vivência e na análise do processo da construção de conhecimentos científico-educacionais. Isto ocorre, pois no programa é

objetos, nem do lado dos sujeitos, nem no meio [...]” (LATOURE, 1994, p. 53). Para Latour, os híbridos são caracterizados como quase-coisas ou quase-objetos produzidos pelo conhecimento.

²² Fala-se, neste momento, em uma formação científica e tecnológica relevante, como diagnosticada no capítulo anterior, que se dirige não apenas àqueles que anseiam seguir uma carreira científica ou técnica.

intencional proporcionar ao participante a formação, o desenvolvimento e a incorporação do “espírito científico” (BACHELARD, 1996).

Ao mesmo tempo em que se procura estabelecer as recorrências do “fazer Ciência” pelos aprendizes de professor e de pesquisador, também se busca conhecer sua compreensão da Ciência, enquanto licenciandos, em pleno processo de iniciação científica, pois não se vê como “fazer Ciência” se não há construção de conhecimentos para sua compreensão. Segundo Alberto Filho (1995), ser cientista não é possuir um rótulo, mas proceder com atitude científica, própria de cada campo do conhecimento. Afirma também que, mesmo aquele que se diz cientista, vez ou outra assume atitudes não científicas e penetra em terrenos apoiados em regras próprias ou, até mesmo, sem regras. Todas as pessoas, vez ou outra, comportam-se como cientistas; o rótulo, porém, é freqüentemente utilizado quando se quer referir às pessoas que se utilizam da atividade científica como meio de vida, o que o autor chama de cientistas profissionais.

2.4 O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

2.4.1 A CIÊNCIA EM AÇÃO

Em geral, o senso comum ainda associa a imagem de um cientista àquela pessoa de jaleco branco e de cabelos despenteados, que trata de assuntos difíceis e mexe com instrumentos atrás da bancada do laboratório, faz experiências e trabalha com a 'ciência pura'. O cientista, como ‘grande homem’, não deve sair detrás de sua bancada para não perder um instante sequer de seu experimento e assim chegar a grandes descobertas para solucionar os problemas que afligem a humanidade. Veremos que essa visão, muito comum na sociedade, é repudiada por Latour.

No seu entender, a atividade científica quando restrita somente ao laboratório fica fadada ao fracasso. O cientista deve fazer alianças políticas, estratégias institucionais com outros cientistas, alianças com laboratórios, agências governamentais e público em geral para alcançar êxito. Essa estratégia se torna ainda mais imprescindível quando ocorre uma descoberta. Nesse caso, o cientista é obrigado a entrar em contato, ou em conflito, muitas vezes, com tradições culturais e científicas bastante arraigadas na sociedade.

Assim, aos que defendem que a pesquisa se faz exclusivamente dentro dos laboratórios, Latour os chama de *internalistas*. Os que entendem que a atividade científica só sobrevive com a mobilização política externa ao laboratório, os chama de *externalistas*. Latour condena essa dicotomia ainda hoje existente entre os historiadores da ciência. Refere-se aos *internalistas*: “Não é possível que esta minoria consiga, sozinha, recrutar os fundos necessários para produzir conhecimento e convencer toda a população de sua eficácia” (LATOURE, 1990, p. 246).

Para Latour (1990), existe um movimento recíproco entre quem está dentro do laboratório, trabalhando atrás da bancada, e quem está fora dele, lutando por verbas e por condições materiais de trabalho. Logo, o processo de profissionalização do cientista não depende exclusivamente da atividade desenvolvida no interior dos laboratórios, pois é repleto de conflitos simbólicos, culturais e políticos, realizados dentro e fora do ambiente estritamente científico. O trabalho de “fazer Ciência” acontece tanto no ambiente interno quanto externo ao laboratório.

Esse cenário começa a ser construído por Latour quando passa a deixar de lado os relatos densos e criteriosos das atividades desempenhadas pelos pesquisadores do laboratório do Instituto Salk²³, e passa a estabelecer as recorrências e as singularidades entre as situações e os contextos em que ocorre o desenvolvimento do conhecimento. Ele abre a possibilidade de

²³ LATOUR, B. & WOOLGAR, S. *A Vida de Laboratório - a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

um campo de pesquisa interdisciplinar dedicado às relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Nota-se um Latour reivindicando uma forma de análise centrada não só no social, como também no técnico, no científico e no ambiente, capaz, porém, de respeitar a dinâmica não hierárquica e não-linear de suas imbricadas relações.

É justamente nessa direção que sua obra *Ciência em ação: seguindo cientistas e engenheiros sociedade afora*²⁴ se dirige. Ele sistematiza e discute as relações envolvidas em diversos estudos científicos, em diferentes contextos, envolvidos na promoção do conhecimento, tornando-os acessíveis ao público, aos leigos. Latour não visa apenas seguir engenheiros e cientistas sociedade afora; vai além, levando adiante a discussão de suas práticas, como se insistisse aos leigos voltarem sua atenção à participação nos processos sociais e desenvolvimentos tecnológicos da sociedade.

Outra característica importante dessa obra do autor é a mudança de paradigma, na direção da prática científica e do mundo da pesquisa, pois segundo ele nestes campos há incertezas, riscos, relações políticas e sociais, que caracterizam a prática dos cientistas e que ficam fora de cena quando as Ciências feitas não partem de investigações, uma das características constitutivas da Ciência em Ação. Portanto, Latour direciona sua atenção não para a Ciência feita, pronta e confirmada, mas para o processo de desenvolvimento científico – a Ciência em Ação, a Ciência se fazendo e definindo no mesmo processo o seu conteúdo e o contexto social.

Uma das tarefas da Ciência é dar/construir explicações. E é justamente no contexto sócio-cultural e ambiental onde se encontram envolvidas tais explicações, que Latour as analisa. Sua análise não se caracteriza por um corpo homogêneo de textos que se baseiam numa metafísica única e coerente, mas por um corpo de conceitos unificados. Demonstra muito apreço e admiração pela Ciência e pela construção do conhecimento.

²⁴LATOUR, B. *Ciência em Ação – seguindo cientistas e engenheiros sociedade afora*. Paris: Pandore, 1990.

O autor não tem, como aliados, os que exaltam a neutralidade da Ciência e a autonomia plena da tecnologia frente à construção do conhecimento. Considera, ainda, a Ciência como instituição culturalmente constituída no contexto social, político, econômico, e geradora de cultura própria que inclui muitos interesses, desde seu surgimento até sua sustentação. Interesses manipulados pelas negociações, que contemplam, segundo Latour (1990), o desenvolvimento do conhecimento.

Para Latour (1994), a concepção de Ciência, está na Ciência em construção que se caracteriza por uma prática híbrida, nômade e heterogênea; que tem por efeito definir simultaneamente a sociedade e a natureza. Logo, para se chegar ao concreto, ao fato – Ciência, a pesquisa acompanha fatos históricos, formula novos fatos, acompanha vínculos políticos, passa por controvérsias²⁵, recruta novos aliados, busca seus interesses, ou seja, é tecida uma rede de negociação, na busca de conhecimento. Envolve também o que afirma Kneller (1980): “As visões do mundo e ideologias expressam freqüentemente interesses setoriais e de classe – interesses que podem afetar a escolha pelo cientista de pressupostos teóricos e de metáforas orientadoras da pesquisa” (p. 279). Nesse sentido, as Ciências não são analisadas sob o ponto de vista dos seus resultados, mas sob o ponto de vista do processo de construção de um fato, o que significa destacar a investigação empírica da Ciência como prática, na análise do trabalho dos que fazem Ciência.

Nesse contexto, Latour (1990) coloca-nos em cena, os atores que definem a prática científica: cientistas, engenheiros, dispositivos técnicos, dinheiro, revistas de divulgação científica, etc. São atores que, de um modo ou de outro, estão presentes nas práticas científicas. E tais práticas, não estão imunes de condicionamentos, pois estão imersas em teias de complexas relações sociotécnicas que constituem o “fazer Ciência”. As práticas científicas não são boas nem más, porém também não são neutras (Latour, 1990).

²⁵ Entende-se que a controvérsia parte de alguma crença, em torno da qual se abre um debate oral ou escrito. Tal debate envolve argumentos e contra-argumentos, guiados pela literatura.

Latour (1990 e 1997) descreve os bastidores do processo de produção da notícia científica por meio de relatos minuciosos, para propor seu objetivo de tratar a Ciência do modo como ela acontece – a produção de conhecimentos científicos por meio das práticas internas e externas aos laboratórios, ou seja, que ocorrem no cotidiano das equipes, geradas pelas intensas negociações, que segundo Ventura (2001), possibilitam criar novos conhecimentos, bem como sua popularização.

Quando se refere à descrição dos bastidores da produção científica, isso não significa que Latour pretende analisar o discurso dos cientistas, transcrever citações ou fazer novamente cálculos bibliométricos já esquadrinhados. Essa descrição é feita nos mais diversos e variados lugares, no momento em que esses cientistas planejam, desfazem, modificam ou desagregam suas futuras teorias. Latour (1990) afirma:

Não tentaremos analisar os produtos finais, um computador, uma usina nuclear, uma teoria cosmológica, a forma de uma dupla hélice, uma caixa de pílulas anticoncepcionais, um modelo econômico; em vez disso, seguiremos os passos de cientistas e engenheiros nos momentos e nos lugares nos quais planejam uma usina nuclear, desfazem uma teoria cosmológica, modificam a estrutura de um hormônio para a contracepção ou desagregam os números usados num novo modelo econômico (p. 39).

A ação de se aproximar dos lugares onde ocorre à atividade científica – lugares onde são criados fatos e máquinas, os mesmos estão repletos do que Latour (1990) chama de controvérsias. Quanto mais próximo da atividade científica, mais as coisas se tornam controvérsias.

Quando nos dirigimos da vida “cotidiana” para a atividade científica, do homem comum para o homem da Ciência, dos políticos para os especialistas, não nos dirigimos do barulho para o silêncio, da paixão para a razão, do calor para o frio. Vamos de controvérsias para mais controvérsias. É como ler um código penal e depois ir para um tribunal e ver um júri hesitar diante de evidências contraditórias. Ou melhor, é como ler o código penal e ir ao Parlamento, quando a lei ainda é projeto. Na verdade, o barulho é maior, e não menor (LATOUR, 1990, p. 53).

Assim, no decorrer da atividade científica, caminho percorrido para que dada afirmação se torne científica ou técnica, há sempre um ponto numa discussão em que os próprios recursos do “construtor de fatos” não são suficientes para calar as controvérsias.

Nesse sentido, Latour (1990) afirma que é necessário sair em busca de reforços. Um desses reforços passa pelo que chama de “[...] mais importante e menos estudado dos veículos retóricos: o artigo científico” (p. 55).

Segundo o autor, um documento se torna científico, quando deixa de ser algo isolado, e quando as pessoas engajadas na sua publicação são numerosas e indicadas no texto. Essa indicação, de outras pessoas é o que designa de “presença de aliados”, que indica “o primeiro sinal de que a controvérsia está suficientemente acalorada para gerar documentos técnicos” (LATOUR, 1990, p. 58). A indicação da “força” atribuída ao artigo quando passa a ser encarado pela academia como científico, além de estar no número de pessoas em que o texto acompanha o que o deixa ainda mais científico, está nas “referências a outros documentos” (LATOUR, 1990, p. 58). A presença de referências, citações e notas de rodapé é um sinal que o documento pode levar a ficção a tornar-se fato científico. O adjetivo “científico” é atribuído a documentos que deixam de ser isolados, e quando os indivíduos engajados na publicação estão explicitamente indicados no texto.

Latour (1990) afirma que, a diferença entre literatura técnica e não-técnica não está em uma delas tratar de fatos, e a outra, de ficção, mas está em que a última arregimenta poucos recursos e a primeira, muitos, incluindo os distantes no tempo e no espaço. Assim, no jogo da Ciência, embora seja prático incorporar referências para ajudarem a fortalecer uma posição para calar as controvérsias, tais referências utilizadas necessitam estarem na posição de fato²⁶, pois caso contrário “[...] sem ela, todo o texto ficaria sem propósito: por que procurar uma substância se é negada a possibilidade de sua existência?” (LATOUR, 1990, p. 62).

Contudo, mesmo que o “construtor de fatos” faça tudo o que for necessário com a literatura para torná-la o mais útil possível à tese que defende e, ainda não for possível calar as controvérsias, Latour (1990) pressupõe, no decorrer da atividade científica, a introdução de

²⁶ “[...] Um fato é algo que é retirado do centro das controvérsias e coletivamente estabilizado quando a atividade dos textos ulteriores não consiste apenas em crítica ou deformação, mas também em ratificação” (LATOUR, 1990, p. 72).

elementos não-humanos²⁷ que venham a contribuir para fortalecer e/ou comprovar tal posição. A atividade científica no modelo de controvérsias é composta por elementos não-humanos, em nome dos quais os cientistas falam, gerenciando, negociando e sustentando seu programa de pesquisa por meio do Modelo de Tradução. Nesse Modelo, os interesses são demarcados como ponto de apoio para a promoção do conhecimento científico, aumentando o número de elementos para o desenvolvimento da pesquisa.

É justamente por concordar diretamente com as idéias de Latour, que se busca realizar uma análise crítica, fazendo aproximações do programa educacional de formação de professores (com seus momentos e seus pressupostos teóricos, epistemológicos e metodológicos) às idéias de Latour, com a finalidade de discutir e de discernir se o que o programa efetiva é realmente a construção de conhecimentos científicos, via exame da própria prática educacional, pelo processo vivido na elaboração e no desenvolvimento de propostas educacionais, em Ensino de Física, ou seja, se o conhecimento científico-educacional construído assume características da atividade científica (Ciência).

Nessa ótica, passam a ser apresentadas as categorias de análise, de acordo com as características consideradas mais pertinentes às respectivas dimensões da rede de relações sociotécnicas. Para tanto, no aspecto da Ciência em Ação, essa é designada em três categorias: a “investigação”, os “elementos não-humanos” e as “referências a outros documentos”, aspectos ligados ao “fazer Ciência”, que possibilitam constituir uma reflexão conceitual sobre o programa educacional de formação de professores de Física em sua diversidade e operacionalidade. Para finalizar, se discute mais um aspecto considerado relevante no contexto das redes de relações sociotécnicas que é o Modelo de Tradução.

²⁷ Os não-humanos são definidos por Latour como sendo o natural (mosquitos, parasitas, ratos, pulgas, bactérias, e outros bichinhos) ou o material (equipamentos de laboratório, objetos tecnológicos etc) (LATOUR, B. 1990).

2.4.2 O MODELO DE TRADUÇÃO

A epistemologia, as Ciências sociais, as Ciências do texto, todas têm uma reputação, contanto que permaneçam distintas. Caso os seres que você esteja seguindo atravessem as três, ninguém mais compreende o que você diz. Ofereça às disciplinas estabelecidas uma bela rede sociotécnica, algumas belas traduções, e as primeiras extrairão os conceitos, arrancando delas todas as raízes que poderiam ligá-los ao social ou a retórica; as segundas irão amputar a dimensão social e política, purificando-a de qualquer objeto; as terceiras, enfim, conservarão o discurso, mas irão purgá-lo de qualquer aderência indevida à realidade – *horresco referens* – e aos jogos de poder (LATOUR, 1994, p. 11).

As práticas por “tradução” tratam de uma abordagem que rompe com a separação entre natureza de um lado e sociedade de outro, entre o interno e o externo, entre contexto e conteúdo, entre centro e periferia, compreendendo os conhecimentos tecnocientíficos como efeitos de uma multiplicidade de interações sociais e de técnicas desenvolvendo um Modelo. Esse Modelo, de Tradução, posiciona-se contra uma concepção difundida que faz da Ciência uma entidade estável, onde cérebros ilustres são capazes de revolucionar todo o mundo por desvendarem uma natureza escondida, e, portanto, a sociedade aceita tal descoberta de maneira agradecida.

Hernández (2003) considera o conceito de Tradução, como o coração do dispositivo teórico de Bruno Latour. Tal é a sua importância, que a Teoria Ator-Rede é também conhecida, segundo Law (1989), como sociologia da Tradução.

O Modelo de Tradução foi formulado por Latour (1990), em oposição ao Modelo de Difusão. Ambos os modelos representam a trajetória da tecnociência; com vertentes, porém, distintas. O primeiro está para resumir as controvérsias ainda não estabelecidas, fatos e máquinas em pleno processo de construção. O segundo está para fatos e máquinas consolidados, e para a ação humana envolvida na circulação dos fatos científicos, sendo atribuído apenas a alguns poucos cientistas.

No Modelo de Difusão, a sociedade é simplesmente um meio de diferentes resistências percorrido por idéias ou máquinas. É como se as idéias circulassem e tivessem força própria, independentemente da ação constante de pessoas. Entretanto, o Modelo de Tradução se opõe a

essa linha, pois nele a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente formam cadeias heterogêneas de associações; daí o uso do termo Difusão, que diferentemente do termo Tradução, omite a ação coletiva como força propulsora (LATOUR, 1990).

Para promover dada afirmação a um fato científico, caminho que parte da pesquisa científica até a chegada ao conhecimento construído (não mais provisório) via negociações dentro e fora dos laboratórios, além das controvérsias, o Modelo de Tradução é também uma das peças para o jogo da Ciência de transformar dada afirmação em fato. Entretanto, segue caminhos muitas vezes perigosos: o de encontrar pessoas interessadas na suposta afirmação e que invistam no projeto, bem como grupos com interesses semelhantes (aquilo que está entre os atores²⁸ e os objetivos da pesquisa).

Quando esses atores não conseguem obter sucesso significativo em sua pesquisa (de torná-la em um conhecimento não mais provisório), ocorre o que Latour (1990) chama de “Tradução”²⁹. Sem desistirem de suas pesquisas, passam a negociar com alianças políticas, com outros laboratórios, outros cientistas e até mesmo com o público, com o intuito de demonstrar quão imprescindível a pesquisa é, ou como a união de interesses semelhantes pode ser significativa para a obtenção do conhecimento, passando a recrutar novos aliados como parte da estratégia do jogo e voltando sua atenção a outros campos de atuação, reunindo forças rumo aos seus objetivos.

Além de seu significado lingüístico de tradução (transposição de uma língua para a outra), também tem um significado geométrico (transposição de um lugar para o outro). [...] ao mesmo tempo, oferecer novas interpretações desses interesses e canalizar as pessoas para direções diferentes (LATOUR, 1990, p. 194).

Essa cena tão conhecida no campo das pesquisas significa que, sem estímulos externos, o conteúdo de uma atividade de pesquisa tende a minguar cada vez mais, até desaparecer. Existe claramente uma relação direta entre o tamanho do recrutamento externo

²⁸ Atores, neste caso, refere-se aos pesquisadores.

²⁹ “Chamarei de tradução a interpretação dada pelos construtores de fatos aos seus interesses e aos das pessoas que eles alistam” (LATOUR, 1990, p. 178).

de recursos e a quantidade de trabalho que pode ser feita dentro do laboratório. O relacionamento entre quem está dentro e quem está fora do laboratório é preso por uma complexa e tensa rede de elos de dependência e de autoridade claramente resumida por Latour: tecem-se as tramas e se forma uma rede de elementos necessários para continuar o jogo.

Uma vez que dada afirmação seja indiscutível, será levada em consideração na medida em que se constrói novas afirmações, pois se concretizará em fato, uma caixa-preta do conhecimento. Para que as caixas-pretas³⁰ sejam conhecidas, é preciso mostrar sua relevância às pessoas. Como os envolvidos são multicondutores das caixas-pretas segundo Latour (1990), podem largar, transferir, modificar, ignorar, deturpar ou adotar dada afirmação. Logo, um modo de realizar a propagação do conhecimento está em negociar mediante ele. Isso envolve transformá-lo e adaptá-lo à realidade dos envolvidos. Nesse sentido, Latour (1990) descreve o Modelo de Tradução para contemplar os interesses das pessoas em que se está envolvendo na rede de relações sociotécnicas.

Mas para tal ação, são necessárias pesquisas e estudos. É preciso que o construtor de fatos se dedique à providência de recursos, ou seja, para que a propagação do conhecimento prossiga ao mesmo tempo em que o construtor de fatos precisa alistar novas pessoas, guiado por seus interesses, também necessita alistar novos recursos. Tais recursos são obtidos avançando nas redes existentes. Os centros da rede, os *nós*, são os lugares onde há um grande acúmulo de pessoas e de recursos. Assim, quanto mais Ciência se faça, mais será necessário entrar nos *nós* espalhados pelo mundo, trazendo recursos e subsídios novos para “dentro” da rede em que se está. “A consequência desse duplo movimento é uma troca entre a intensidade das providências para interessar as pessoas “de fora” e a intensidade do trabalho realizado “dentro”” (LATOURE, 1990, p. 257).

³⁰ “Uma caixa-preta aberta, significa a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações” (PIETROCOLA, 2000, p.107).

Essa proposta de compreensão da lógica de construção e disseminação de conhecimento vale, segundo Latour (1990), para todas as Ciências, já que todo o processo de construção do conhecimento ocorre em meio ao conflito de interesses de diferentes grupos e indivíduos. O trabalho para garantir a propagação do conhecimento só é possível porque o construtor de fatos não é um indivíduo isolado, mas está imbricado em uma rede de intensas relações sociotécnicas.

Com o debate vivido por Latour (1990), em "a construção dos fatos", ele sistematiza que estar envolvido na construção de conhecimentos, significa estar se aproximando dos fatos, porém, ainda não envolvido neles diretamente, pois antes se está imbricado na construção do que chama de matérias de interesse. Essas matérias são totalmente contrárias às matérias de fato. Matérias de fato são indiscutíveis, matérias de interesse são altamente discutíveis; matérias de fato são produzidas em laboratórios fechados, matérias de interesse são produzidas por muitas outras pessoas além de cientistas e industriais. Um exemplo claro está retratado na entrevista dada por Latour, a Folha de São Paulo em 2004, sobre os transgênicos (LEITE, 2004). Ali, Latour utiliza a antiga filosofia: “se não há provas de perigo, então não há base racional para impedir sua expansão”. Ele afirma que as coisas mudaram e se tornaram matérias de interesse, induzindo-nos a todo o momento a estar resolvendo questões de interesse. Direcionado aos transgênicos pergunta: é interessante? Tem conseqüências? Queremos viver com isso? É compatível com o resto de nossa vida em comum? Foi decidido coletivamente? Modifica o modo como outras criaturas habitam o mundo? E daí por diante.

Considerando que este estudo dedica-se à formação de professores, as perguntas descritas acima por Latour tornam-se questões problematizáveis referente à relevância social e política de formar professores e pesquisadores por meio de um programa de pesquisa na construção de propostas educacionais. Tais questões permitem dar continuidade a este

trabalho, no viés das redes de relações sociotécnicas, pois a problematização é defendida como eixo estruturador da atividade docente (DELIZOICOV, 2001). Isto esclarece que quando se posiciona frente a um conhecimento, prioriza-se as matérias de interesse ligadas diretamente à função social ou política, o que acarreta primeiramente um posicionamento político na sociedade para, em seguida, arregimentar as relações sociotécnicas via negociações.

Ventura (2001) lembra que o termo “negociação” já faz parte do nosso vocabulário cotidiano e que a prática de negociar envolve estar em acordo para o agir em conjunto.

[...] as crianças de hoje negociam com os pais; os professores negociam com os pais dos alunos tanto quanto o diretor da escola e os representantes do Ministério da Educação Nacional; em direito, os advogados negociam a pena de seus clientes; nos conflitos sociais, as associações dos sindicatos, as empresas e os governos negociam entre eles; a religião negocia com nossa consciência e com os deuses, no singular e no plural, coletivamente. Ora, não se passa um único dia sem pronunciar ou escutar a palavra negociação e suas correlações. Negocia-se visando obter direitos e garantias de todas as naturezas. Parece que a negociação é um feito de todo mundo, de todas as idades, de todas as categorias sociais, de todas as civilizações e que ela é um ato cotidiano, ensinado pelo uso ou aquisição naturalmente como a respiração ou caminhar (VENTURA, 2001, p. 24, tradução nossa).

Para Carr & Kemmis (1988), a negociação implica em conceder voz ativa aos envolvidos no processo de comunicação e nas oportunidades de escolha. Segundo Ventura (2001), “Uma negociação não acaba jamais num verdadeiro acordo no sentido profundo da palavra. Ela faz parte de um processo de evolução sem fins previsíveis, pois não há acordo, um entendimento que selaria uma situação” (p. 32, tradução nossa). Para ambos, a negociação deve passar por quatro dimensões: refletir em torno do conhecimento, decidir em torno do que se deseja do conhecimento, averiguar o conhecimento e avaliar os resultados alcançados com novos conhecimentos.

Portanto, adota-se o Modelo de Tradução nesse trabalho para compreender a complexidade envolvida na elaboração de propostas educacionais em Ensino de Física, pelos aprendizes de professor e de pesquisador, quando vivenciam a elaboração de projetos de

pesquisa e ação para atuação nas escolas. Para isto, elege-se como a principal categoria de análise norteadora da interlocução, os “interesses” envolvidos na produção do conhecimento científico-educacional.

Assim, as relações sociotécnicas envolvidas na produção do conhecimento científico-educacional em Ensino de Física, permitem compreender e analisar o processo de vivência no programa educacional de formação de professores e de pesquisadores de CNMT/Física na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais.

Nesse aspecto, apresenta-se a seguir o capítulo 3 com as análises obtidas do estudo exploratório que possibilitaram um novo olhar sobre esse programa de formação. O processo de constituição de uma rede sociotécnica nesse ambiente e o estabelecimento das relações sociotécnicas entre o micro e o macro social que o programa abrange, também serão discutidos. Apresenta-se também, os aspectos metodológicos da pesquisa, descrevendo e fundamentando as estratégias desenvolvidas no programa educacional pelos aprendizes de professor e de pesquisador, na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais, em Ensino de Física.

3. O CONTEXTO LOCAL NA ANÁLISE DA CIÊNCIA EM AÇÃO

Esse capítulo constitui-se na análise crítica dos dados coletados a luz das teorias-guia, a partir das quais elegeram-se as categorias de análises. Para tanto, primeiramente analisa-se as relações sociotécnicas envolvidas na primeira fase do programa educacional – disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I (MPEF – I). A seguir, passa-se a estabelecer as relações sociotécnicas da segunda fase do programa – disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física II (MPEF – II). Nessas duas fases que constitui o todo do programa educacional, os pressupostos latourianos que se considera para o desenvolvimento do conhecimento científico-educacional encontram-se categorizados. Logo, para a realização desse estudo, optou-se pelo método de pesquisa do tipo qualitativa onde, em âmbito macroscópico, utilizou-se como concepção de pesquisa, a investigação-ação educacional de vertente emancipatória. E para a coleta dos dados, utilizou-se os preceitos da abordagem etnográfica, em âmbito microscópico, de acordo com Bruno Latour (1990, 1994 e 1997). Já, para a análise dos dados, utilizou-se o roteiro de Mion (2002) e recorreu-se a base teórico-metodológica de Anselm Strauss (1967 e 1990), na sua *grounded theory*.

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em todo o momento investigativo realizado, desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa, de caráter etnográfico. Triviños (1987) considera a pesquisa etnográfica como uma forma específica de investigação qualitativa, caracterizada pelo interesse no conhecimento de uma realidade cultural: “a etnografia baseia suas conclusões nas *descrições* do real cultural que lhes interessa para tirar delas os *significados* que têm para as pessoas que pertencem a esse tipo de realidade” (TRIVIÑOS, 1987, p. 121, grifo do autor).

Considerando a perspectiva da realidade cultural, vê-se necessário pensar nos aspectos constitutivos da vida cotidiana. Nesse aspecto, recorre-se a Bruno Latour & Steve Woolgar (1997), que designam cultura como o “conjunto dos valores e das crenças a que constantemente se recorre na vida cotidiana, e que suscitam paixões, temores e respeito” (p. 50). Ainda, Ventura (2005) considera cultura como um código simbólico que é compartilhado pelo grupo, atribuindo e expressando significados ao mundo, permeada pela sociedade, pelos objetos e pela natureza. Assim, para compreender como um grupo de humanos se relacionam entre si e com o mundo, antes é necessário conhecer seu universo simbólico. Para isto, tanto a descrição, como também, a compreensão de uma cultura, requerem um estudo etnográfico.

A escolha pela abordagem etnográfica, deu-se, por entender que esse tipo de pesquisa seja condizente com o estudo proposto, que busca identificar, na vivência do programa educacional de formação de professores de Física, qual ou quais aspectos da Ciência em Ação estão nele imbricados, e também, por permitir que se descreva, compreenda e se caracterize a cultura da formação de professores, via pesquisa educacional.

Do ponto de vista epistemológico e metodológico, Latour (1990) afirma que a única maneira de compreender a realidade dos estudos científicos é acompanhar a Ciência em Ação, já que está fundada sobre uma prática, e não sobre idéias. Para isso, é preciso prestar atenção aos detalhes da prática científica, por descrevê-la assim como os antropólogos descrevem suas

análises. Latour & Woolgar (1997) salientam que o exame das atividades do “fazer Ciência” nos permite ver como ações aparentemente insignificantes contribuem para a construção social dos fatos, enfatizando o aspecto idiossincrático, heterogêneo, local e contextual das práticas científicas, como já discutidas no capítulo 2.

Bruno Latour (1994) aponta que a grande diferença entre a etnografia clássica e a das ciências reside no fato de que o campo da primeira se confunde com um território, enquanto a segunda, toma forma de uma rede. A abordagem etnográfica concebe o objeto de pesquisa envolvido em uma esfera macro social, complexa, tendo a origem em uma instância micro social. Essa metodologia permite ao observador ocupar uma posição intermediária entre o “noviço” e o “membro da equipe” dos que fazem Ciência. É provável que em certos estágios de avanço de suas pesquisas, será preciso que escolha um princípio organizador capaz de lhe fornecer uma visão do que observa diferente daquela de quem está fazendo Ciência tem (LATOUR, 1997). Esse princípio organizador, segundo o autor, é o fio de Ariadne que guia o observador no labirinto em que reinam o caos e a confusão do fazer científico.

Assim, na realização desse trabalho, utilizou-se como concepção de pesquisa, em um âmbito macroscópico, a investigação-ação educacional de vertente emancipatória. Essa concepção aplica-se ao tratamento de sistemas complexos e abertos, sendo que assume a responsabilidade da inserção em problemas sociais, pois enquanto analisa, reflete e propõe novas ações e reorientações, promovendo mudanças coletivas, intencionadas e conscientes, como também, promove a validação de conhecimentos relacionados às atividades de mudança. A IAE de vertente emancipatória tem como principal estratégia de coleta de dados às observações diretas, escritas de próprio punho, que são acompanhadas e complementadas por gravações eletrônicas em áudio. Nesse processo, também é viabilizado o uso de outras estratégias de coleta de dados, as análises documentais e entrevistas, como complemento, porém.

Por se utilizar de observações diretas como a principal estratégia de coleta de dados, a IAE pode ser complementada/associada à abordagem etnográfica como metodologia de pesquisa, especialmente por se deter em observar e em registrar a cultura da sala de aula como laboratório de pesquisa em educação (SUTIL, 2006). E, como se tem por objetivo construir teoria fundamentada na análise de dados coletados, a *grounded theory*³¹ de Anselm Strauss (1967 e 1990), favorece essa articulação.

O termo *grounded theory* foi traduzido para o português como teoria embasada, teoria fundamentada ou teoria fundamentada em dados. Nessa metodologia, a forma de coleta de dados é um apanhado de várias outras técnicas qualitativas: entrevistas, análise de discursos, estudo de casos, estudo etnográfico, análise de memorandos e outros documentos já escritos. A *grounded theory* é um referencial metodológico que fornece aos investigadores procedimentos para analisar os dados para o desenvolvimento de teorias.

Adota-se, nesse estudo, a vertente da *grounded theory* de Strauss e Corbin (1990), com algumas menções ao posicionamento de Anselm Strauss e Barney Glaser (1967). A opção em utilizar essa base metodológica para a articulação entre os dados coletados e a análise dos mesmos, está na possibilidade que essa abre da descrição detalhada, bem como da explicação do processo trabalhado, em que, geralmente, são mantidas em segundo plano ou pouco se vê sobre em bibliografias.

Para tanto, a interpretação e a compreensão dos dados coletados, numa abordagem qualitativa, perpassa por um processo sistemático de análise dos mesmos. Nesse aspecto, Strauss & Corbin (1990) sistematizam os procedimentos necessários à obtenção de uma teoria.

Primeiramente:

³¹ A *Grounded Theory* é um método de pesquisa qualitativa, iniciada por Barney Glaser e Anselm Strauss em 1967. A *Grounded Theory* é uma metodologia para se desenvolver teoria fundamentada em dados que são sistematicamente coletados e analisados. A *Grounded Theory* evoluiu por aproximadamente 30 anos e nesse percurso, Anselm Strauss, além da parceria inicial com Barney Glaser, fora aprimorando o método, na parceria em 1990, com Juliet Corbin.

Os procedimentos de codificação: A codificação ou a análise dos dados é o procedimento por meio do qual os dados são divididos, passam a ser conceitualizados, estabelecendo-se suas relações. Todos os procedimentos de codificação têm por objetivo construir uma teoria; dar ao processo científico o rigor metodológico necessário; e auxiliar o investigador a detectar os vieses da pesquisa. Possibilitam, ainda, desenvolver o fundamento, a sensibilidade e a integração para gerar uma teoria. Esse processo constitutivo somente é possível porque permite ao investigador sua ida ao campo com um referencial teórico em plena formação, onde passará a olhar além das teorias existentes, trazendo novas vertentes. Os procedimentos de codificar envolvem:

a) - Codificação Aberta: É o início do processo de análise de dados. Primeiramente, todo o material coletado pela pesquisa qualitativa passa a ser transcrito e organizado. Após, cada palavra, frase ou parágrafo passam a ser analisadas, e então selecionadas as palavras-chave ou categorias de análise. Durante a codificação aberta, inicia-se o processo de comparar os incidentes aplicáveis a cada categoria (GLASER & STRAUSS, 1967). Os procedimentos para o investigador realizar esse processo envolvem fazer perguntas estratégicas, isto é, submeter os dados a questionamentos como: este dado refere-se a este estudo? A qual categoria este indica? O que está acontecendo? Como esse processo é indutivo, caberá ao pesquisador conduzi-lo sempre focado em seu problema de pesquisa.

b) - Codificação Axial: A codificação axial se faz necessária em função do volume de conceitos que se originam na fase anterior. Trata-se, nesse momento, de analisar os conceitos selecionados, fazer uma reorganização dos dados e destes extrair uma idéia central e suas subordinações. Nessa fase pode-se voltar ao campo, aumentar os elementos de análise e acessá-los, ou mesmo voltar ao conjunto inicial de elementos e fazer uma nova busca por dados (STRAUSS & CORBIN, 1990). Esta fase é um processo dedutivo e indutivo, em que se deduz a codificação e se abre novamente a busca para validá-lo, ou não. As categorias já

formadas são analisadas comparativamente à luz dos novos dados que estão chegando, com o intuito de identificar as mais significativas. Esse processo reduz o número de categorias, pois estas se tornam mais organizadas.

c) - Codificação Seletiva: Essa fase do processo é a mais abstrata. O processo chega ao seu final se nenhum novo dado é acrescentado ao processo de análise e de categorização. Logo, passa a ser assumido pelo investigador um compromisso com a categoria ou categorias pertinentes ao problema de pesquisa. A categoria assumida como a central na pesquisa, será delimitada a partir da codificação aberta e estará presente até essa fase. Isto quer dizer que a categoria central será a que o pesquisador recorrerá, desde a primeira fase de codificação e, será a que mais tempo levará, para ser saturada (GLASER, 1978 *apud* GOULDING, 2001). A categoria central é que estabelecerá a elaboração da teoria. Em seguida, considera-se:

Delimitação da teoria: A delimitação da teoria ocorre pela redução das categorias de análise, que passam a ser delimitadas quando se tornam teoricamente saturadas. A saturação teórica das categorias ocorre quando nenhum dado relevante ou novo emerge; o desenvolvimento da categoria é denso e as relações entre as categorias são bem estabelecidas e validadas (STRAUSS & CORBIN, 1990). Desta maneira, a quantidade de dados que o investigador precisa codificar, de forma dedutiva e indutiva, passa a ser reduzida de modo considerável, o que possibilita um tempo maior para o estudo e para análise dos mesmos.

Diante disso, pretende-se mostrar como fora realizada a análise dos dados coletados, apresentando o tratamento realizado. Para tanto, não se cogitou de uma análise no aspecto da técnica somente, apenas de maneira explicativa; muito menos, de uma visão prática, de interpretação de dados registrados.

Portanto, para analisar os dados coletados dessa pesquisa a autora (aprendiz de pesquisadora) procedeu da seguinte maneira: organizou-se todas às informações (dados coletados), via observações diretas realizadas, registradas de acordo com um roteiro proposto

por Mion (2002)³². Também a critério de organização, transcreveram-se as informações registradas em gravações eletrônicas de áudio; organizaram-se os planos de aulas; e os trabalhos escritos elaborados pelos aprendizes. Estabelecida a organização, sob a ótica do problema de pesquisa, submeteram-se os dados aos questionamentos sugeridos por Strauss e Corbin (1990), e ao roteiro para análise dos dados³³, proposto por Mion (2002).

Na seqüência, em função do volume de conceitos originados da fase anterior, a codificação axial se fez necessária, pois permitiu reorganizar os conceitos selecionados e, destes extrair o conceito de Ciência em Ação da rede de relações sociotécnicas. Com base nesse conceito, passou-se a estabelecer as categorias de análise que passaram por todo o processo de codificação até sua validação. As categorias resumiram-se em: “investigação”, “elementos não-humanos” e “referências a outros documentos”.

Na seqüência, passou-se a assumir mais um conceito, não como central do trabalho, mas um conceito considerado condizente a esse estudo. Realizaram-se os três procedimentos da codificação de Strauss (1967 e 1990), e se estabeleceu o conceito de Modelo de Tradução. Esse Modelo visa compreender as práticas do fazer científico.

Entretanto, considerando os aspectos metodológicos de Strauss (1967 e 1990), sabe-se que o Modelo de Tradução não está conectado diretamente ao problema de pesquisa desse trabalho. Contudo, considera-se que em uma pesquisa possam existir dois ou mais conceitos que sejam centrais, ao invés de apenas um. Assim, para o Modelo de Tradução categorizou-se

³² Roteiro para coleta de dados: 1- Diferenças observadas nesta aula em relação às demais; 2- Atitudes de seus alunos durante a aula; 3- Aspectos que mais chamaram a atenção em seu comportamento; 4- Aproveitamento da aula pelos alunos; 5- Aspectos do conteúdo que pareceram mais interessantes aos alunos; 6- Principais dificuldades conceituais enfrentadas no andamento da aula; 7- Forma como o conteúdo foi desenvolvido; 8- Dificuldades apresentadas pelos alunos. Que modificações você faria nesta aula? O que deveria ser alterado, ou melhor, trabalhado?

Esse roteiro fora utilizado tanto pela autora (aprendiz de pesquisadora) nessa pesquisa, como também, pelos aprendizes de professor e de pesquisador na elaboração e desenvolvimento de suas propostas educacionais.

³³ Roteiro para análise de dados: 1- Organizar os registros (planejamentos, observações registradas, transcrições de fitas de áudio, entrevistas, etc.); 2- Ler os registros. Estuda-los exaustivamente; 3- Problematizar os registros, as informações coletadas; 4- Identificar regularidades. Ou não; 5- Buscar essas regularidades de acordo com as concepções científico-educacionais trabalhadas; 6- Eleger premissas de apreciação; 7- Escrever um texto, resultado dessa análise crítica (reconstrução racional da história da própria prática construída e vivida); 8- Que lições tirei?

os “interesses” envolvidos na produção/construção e validação do conhecimento científico-educacional.

Entretanto, considera-se como conceito central nesse trabalho a Ciência em Ação³⁴, onde se assumiu um compromisso na saturação de seu conceito (GLASER, 1978 *apud* GOULDING, 2001).

3.2 DELIMITAÇÃO DO GRUPO DE APRENDIZES DE PROFESSOR E DE PESQUISADOR

A pesquisa foi desenvolvida no curso de Licenciatura em Física na Universidade Estadual de Ponta Grossa - Paraná, nos anos de 2005 e 2006. Em 2005, contou-se com a participação de quatorze aprendizes de professor e de pesquisador. E no ano de 2006, a participação foi de doze aprendizes.

O estudo situou-se nas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física I, e de Metodologia e Prática de Ensino de Física II. Estas duas disciplinas comportam o programa educacional de formação de professores de Física em que se refere.

Como se considera esse trabalho de extrema complexidade, pelos momentos de reflexões que implicam ambas as disciplinas, acredita-se ser conveniente estabelecer uma ordem temporal para organizar a análise dos dados coletados. Para isso, a primeira fase do programa educacional passa a ser discutida e analisada.

³⁴ Este conceito central estabeleceu a elaboração teórica do capítulo 4.

3.3 O PRIMEIRO MOMENTO DA INVESTIGAÇÃO

A disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I compreendeu o primeiro momento investigativo desse estudo, no ano de 2005. A disciplina compreendia de uma carga horária de duas horas-aula semanais, aproximadamente 100 minutos. Os objetivos da disciplina giravam em torno de objetivar os valores e a prática da colaboração, na construção da formação (sócio-educacional) do professor – trabalhador em Educação, tendo em vista o contexto da Educação brasileira; de potencializar a formação do educador (investigador ativo), na construção de propostas pedagógicas alternativas em Física; viabilizar a conscientização do educador, como agente responsável pelo processo de transformação e aperfeiçoamento da sociedade brasileira e ainda, construir e viver cidadania ativa.

Considerados tais objetivos, foram trabalhadas concepções educacionais vigentes no Ensino de Física; objetivos do Ensino de Física e na Educação Básica; metodologia e conteúdos do Ensino de Física; investigação-ação educacional; investigação da realidade educacional; sistemas de avaliação do rendimento escolar e a análise de livros didáticos.

As concepções educacionais, estudadas, referiam-se a situação educacional brasileira em Ciência e Tecnologia; as concepções educacionais/pedagógicas vigentes no ensino de Física, a concepção bancária e a concepção dialógico-problematizadora; a concepção dialógico-problematizadora e Ensino de Física; as tendências educacionais para o Ensino de Física e o estudo dos Parâmetros Curriculares Nacionais para a sub-área da Física.

Quanto à metodologia do Ensino de Física, foram estudadas alternativas metodológicas, análise da metodologia específica para o Ensino de Física e a análise de Livros Didáticos. Em relação ao sistema de avaliação, foram discutidas concepções alternativas de avaliar o processo ensino-aprendizagem e concepções alternativas de avaliar o rendimento do aluno. Ainda, em relação ao Livro Didático foram feitas análises de livros

didáticos utilizados no Ensino de Física e o estudo de uma concepção de alfabetização científica e tecnológica.

Na seqüência, como base teórica para os aprendizes de professor e de pesquisador, foram estudados a concepção de planejamento didático, a implementação e a avaliação na ação de atividades educacionais em Física. Estudou-se a definição e a caracterização da investigação-ação educacional de vertente emancipatória, como planejar a investigação-ação e a construção de um pré-projeto de investigação-ação educacional de vertente emancipatória para o ensino-aprendizagem de Física.

Assim, no sentido de aprofundar os aspectos estudados como um todo nessa disciplina, a autora (aprendiz de pesquisadora) colaborou com a professora e pesquisadora do programa educacional na construção e no desenvolvimento de uma atividade educacional em Física, juntamente com os aprendizes de professores e pesquisadores. Essa atividade objetivava esclarecer aos aprendizes, como colocar em prática as concepções científico-educacionais estudadas durante a primeira fase do programa. A atividade encontra-se sistematizada na seqüência desse trabalho.

3.4 A VIABILIDADE DE UMA ATIVIDADE EDUCACIONAL EM REDE SOCIOTÉCNICA

No intuito de trabalhar com uma atividade educacional fundamentada em Latour (1990, 1994 e 1997), optou-se por aquela que extrapolasse o conhecimento científico, uma atividade que além de científica, atingisse campos técnicos e envolvesse diretamente a sociedade. Para isso, trabalhou-se na vertente direcionada às práticas educacionais com a

formação inicial de professores, alavancada na pesquisa científica. Investiu-se na construção do conhecimento durante todo o “ato educativo”³⁵.

Nessa atividade, a intenção estava baseada no “aprender a fazer”, pois vê-se a necessidade de incorporar o aspecto da prática à formação de professores e de pesquisadores, ainda no decorrer de sua formação. Como as concepções de ensino-aprendizagem dos aprendizes estavam baseadas apenas em experiências adquiridas durante seu processo como aluno, optou-se por desenvolver uma atividade “modelo” onde estariam envolvidas as concepções científico-educacionais estudadas durante a primeira fase do programa educacional – a disciplina de MPEF I.

O objetivo central da atividade educacional estava em como, por que e para quê trabalhar em aula com o funcionamento e fabricação de objetos técnicos. Para isso, os objetivos específicos giravam em torno de três aspectos: a) – possibilitar ao aprendiz de professor e de pesquisador da educação em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias/Física (CNMT/Física), consolidar a investigação temática (investigação do que é significativo ensinar-aprender em uma temática da Física); b) – aprender a fazer o levantamento de objetos técnicos, bem como, escolher apenas um objeto de acordo com a rede conceitual³⁶; c) – planejar/organizar um plano de curso, um plano de unidade, um plano de aula, desenvolvendo a temática por completo, pensando sempre na totalidade (FREIRE, 1983) e d) – levar em consideração aspectos da problematização de conceitos e práticas, das

³⁵ Ato educativo, segundo (MION, 2002), refere-se ao “espaço-tempo ocupado e necessário para elaborar, desenvolver e avaliar uma atividade educacional em Física; um momento para planejar, um momento para desenvolver a atividade educacional; um momento para fazer registros do que ocorreu na sala de aula, em relação ao planejado e à própria aula; um momento para refletir sobre os resultados desse processo, estudando e reconstruindo-o racionalmente, apontando caminhos para o replanejamento da atividade educacional seguinte” (p.19). Ou seja, o ato educativo é a práxis em Freire (MION 2004).

³⁶ “Uma boa rede conceitual precisa explicitar: conceito (s) fundamental (is) no centro ou na parte superior, uma hierarquização radial ou vertical e ligações conectando relações conceituais diretas e indiretas. Convém esclarecer que não existe na bibliografia educacional uma única maneira de esboçar uma rede conceitual. Contudo, um professor que se pretenda investigador ativo precisa saber organizar conceitualmente sua aula” (Organização conceitual da melhor solução educacional do momento - Fábio da Purificação de Bastos, UFSM.) Disponível em < <http://amem.ce.ufsm.br>>.

negociações, da colaboração, da rigorosidade metódica, da investigação-ação, dentre outras, na elaboração, desenvolvimento e análise de atividades propostas.

A atividade desenvolvida com os aprendizes de professor e de pesquisador deu-se a partir da análise reflexiva de objetos técnicos, quando transformados em equipamentos geradores (DE BASTOS, 1995). Como a preocupação central estava nas práticas educacionais do aprendiz, trabalhou-se no sentido de dar a conhecer aos envolvidos, como trabalhar com objetos técnicos na fase de ação de seu estágio curricular obrigatório, desenvolvendo uma aula com conceitos da Física envolvidos no funcionamento e fabricação do objeto e toda a sua trama constitutiva, constituindo-se o processo investigativo.

Durante a atividade educacional, os objetos técnicos – retroprojektor e projetor multimídia foram transformados em equipamentos geradores, sendo que a autora (aprendiz de pesquisadora) desenvolveu a atividade inicialmente com seu planejamento geral, o que resultou em uma rede conceitual³⁷ prévia, partindo de tópicos de Ótica Geométrica envolvidos no funcionamento e fabricação de alguns elementos presentes em tais objetos, bem como em discussões das implicações da relação CTSA presentes. A atividade contemplou doze horas-aula, aproximadamente um bimestre.

A partir da atividade “modelo”, os aprendizes de professor e de pesquisador foram incentivados a explorar outros aspectos técnicos do retroprojektor e do projetor multimídia. Assim, colaborativamente, a partir de tópicos já estudados sobre Ótica Geométrica, partiu-se para o estudo de outros componentes, presentes nos objetos técnicos.

Elegeram-se, de modo colaborativo, os elementos presentes no retroprojektor e no projeto multimídia como: circuito, lâmpada, ventilador e o comportamento da luz. Na seqüência, estabeleceram-se as temáticas da Física que seriam estudadas para a compreensão da fabricação, funcionamento e toda a trama sociotécnica.

³⁷ Essa rede conceitual encontra-se no anexo A.

Para o estudo sistemático do funcionamento e fabricação da lâmpada e do circuito, trabalhou-se com tópicos da temática *Eletromagnetismo*. Para o ventilador, a temática estudada foi a *Mecânica*. E, para o estudo do comportamento da luz, tópicos de *Física Moderna* possibilitaram essa interlocução. Para o estudo de cada componente presente no retroprojektor e no projetor multimídia, o trabalho foi realizado inicialmente por grupos de aproximadamente quatro aprendizes³⁸ e num segundo momento pela turma toda.

Para tanto, no desenvolvimento da atividade, seguiu-se como concepção de pesquisa a investigação-ação educacional em seus momentos de planejamento (realizado pelo grupo de quatro aprendizes); ação (seguiu-se a metodologia dos “Três Momentos Pedagógicos” de Delizoicov & Angotti (1992), para o desenvolvimento da aula propriamente dita, com duração aproximada de 50 minutos, ministrada por apenas um integrante do grupo) e a observação (nessa etapa, de acordo com os objetivos propostos na atividade, toda a turma participou diretamente, inclusive a autora e a professora e pesquisadora do programa educacional). A observação se dava de maneira direta realizada de forma escrita em “diário de campo”, seguindo o roteiro para “coleta de dados” de Mion (2002), e a reflexão (análise interpretativa e crítica, onde, seguiu-se o roteiro para a “análise dos dados” de Mion (2002), para propor um novo planejamento).

3.5 ANÁLISE DAS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS ESTABELECIDAS COM ELEMENTOS NÃO-HUMANOS

A análise das relações sociotécnicas no desenvolvimento de uma atividade educacional, em Ensino de Física, está na intenção do presente estudo. Segundo MION

³⁸ Os planejamentos das aulas desenvolvidas pelos aprendizes encontram-se no anexo B.

(2002), “A intenção fundamenta-se na concepção de mundo, sociedade, educação e sujeito da aprendizagem. Significa prepararmo-nos para o debate criando argumentos fundamentados, teóricos e práticos” [...] (p. 152). Como a intenção nesse estudo é analisar criticamente o programa educacional de formação de professores e de pesquisadores de CNMT/Física, em rede sociotécnica, passa-se a considerar o processo de Ciência em Ação, ou seja, o processo construtivo da Ciência, materializado em objetos técnicos.

A intenção se fundamenta, por considerar que a estruturação em leis e teorias de diversas áreas do conhecimento, depende diretamente de outros conhecimentos, teóricos ou materializados em objetos técnicos. Bruno Latour (1990) compreende que um conhecimento científico constitui e é constituído de vários outros elementos, estabilizados em outras áreas, aproximando-se da noção de Bachelard (1986) com respeito à fenomenotécnica, conceito que representa a influência dos equipamentos de observação e sistematização na construção da Ciência.

Como os objetos técnicos influenciam diretamente na construção e popularização da Ciência, partiu-se do estudo de tópicos da Física envolvidos no funcionamento e fabricação dos dois objetos (retroprojektor e projetor multimídia), no intuito de estudar o processo de construção de conhecimentos científicos presentes em tais equipamentos, bem como, o processo da evolução tecnológica empregada.

Logo, a atividade educacional “modelo” foi proposta para ensinar e discutir com os aprendizes, os passos/momentos do ato educativo na construção e na vivência da práxis, pois é nesse momento que se origina o conhecimento científico-educacional. Tais procedimentos possibilitam viver e concretizar a problematização de conceitos e práticas no processo de ensino-aprendizagem da Física, podendo ser generalizada para todas as sub-áreas e áreas de conhecimento, principalmente das CNMT.

A intenção em desenvolver a atividade em rede sociotécnica estava associada à *grounded theory* de Strauss (1967 e 1990), pois essa metodologia permitiu à autora estar em plena investigação e ação na pesquisa de campo, com o referencial teórico em plena formação. Considerar esse aspecto metodológico de Strauss (1967 e 1990), associado à IAE de vertente emancipatória e à abordagem etnográfica, decorre da necessidade de se obter o “rigor científico” – teórico, metodológico e epistemológico, da pesquisa. Esse rigor ético é relevante, pois está coerente com uma Teoria Crítica de Educação e de Educação Científica e Tecnológica, por tratar a Educação como ato político.

Nesse sentido, as relações sociotécnicas envolvidas na primeira fase do programa educacional vigente são analisadas, considerando um elemento fundamental na vivência desse processo pelos aprendizes de professor e de pesquisador – os objetos técnicos. Os aspectos envolvidos nas relações sociotécnicas são identificados pela Ciência em Ação, descritas por Latour (1990).

Seguiram-se, então, todas as orientações³⁹ metodológicas propostas para a análise crítica dos dados coletados. Identificou-se e analisou-se as relações sociotécnicas entre os aprendizes para com os objetos técnicos estudados. Para isto, tomou-se, como orientação na análise da Ciência em Ação, a categoria: “elementos não-humanos” (LATOUR, 1990).

3.5.1 Objetos técnicos

Os dados coletados, referente à atividade desenvolvida com os aprendizes, no ano de 2005 refletem como uma regularidade, primeiramente, a dificuldade conceitual a respeito dos conceitos físicos envolvidos na Ótica Geométrica. Como o trabalho se estendeu por um bimestre (aproximadamente doze horas-aula), “em vários momentos alguns aprendizes não

³⁹ Segundo os autores: Latour (1990, 1994 e 1997), Mion (2002) e Anselm Strauss (1967 e 1990).

conseguiram construir o raciocínio devido a falta de incorporação dos conceitos da Física envolvidos na atividade” (Diário de campo, aula dos dias, 11/10/2005; 14/10/2005; 11/11/2005). Na descrição a seguir, a letra **P** se refere à intervenção da autora e a letra **A** se refere aos aprendizes, numerados de acordo com uma ordem alfabética. Uma das situações:

P: O que a lente convergente faz com a imagem? A2: Ela aumenta. Isso mesmo, a imagem ficará maior. P: E a divergente? A2: Ela diminui. A1: Mas eu acho que não concordo com isso não, porque se formos ver na luneta de Galileu, por exemplo, [...]P: Você gostaria de vir até o quadro? A1: Não. P: Mas venha, desenhe aqui a luneta. A1: Posso? P: Sim, vamos construir juntos o desenho e aproveitamos para tirar as dúvidas. (A luneta é desenhada). A1: Veja, a luz entra aqui e diverge formando aqui a imagem e vai para o ocular e converge. Veja aqui no desenho. P: Vamos voltar aqui de novo ao desenho dele. P: Pessoal, vejam aqui. Está certo assim? Será? Voltamos novamente ao que estudamos. Pensem: o que ocorre numa lente convergente com a passagem da luz? E na lente divergente? E como será a formação das imagens? A 11: Está lá na transparência que você fez. A1: Nossa, como eu pude errar? Nossa é mesmo, acho que fiz confusão, é ao contrário, acho que fui eu que não aprendi direito (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 11/10/2005).

Em outra situação:

A 12: Na atividade que a Ingrid desenvolveu com a gente, uma coisa que eu acho que atrapalhou o andamento da aula foi que a gente estava com dificuldades com a teoria da Física, é porque, eu acho, que a gente trabalhou esses conteúdos faz tempo (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 11/11/2005).

Assim, como o objeto técnico norteava a hierarquização dos conceitos físicos, envolvidos no funcionamento e fabricação para o entendimento e para a compreensão da atividade, exigia-se dos aprendizes um domínio das teorias científicas. A dificuldade na apropriação de conhecimentos da Física caracterizou-se como uma situação problemática vivenciada nesse processo.

De forma a evitar a ocorrência de situação similar, na fase seguinte do programa (disciplina de MPEF – II) enfatizou-se aos aprendizes a necessidade de relembrem, e até, de estudarem novamente os conceitos físicos trabalhados durante os quatro anos do curso de graduação. A atitude possibilitou minimizar a problemática da apropriação de conhecimentos da Física, no decorrer da atividade. Entretanto, dificuldades conceituais refletiram-se na

segunda fase do programa⁴⁰, quando os mesmos estavam inseridos no estágio curricular obrigatório.

Para Latour (1990), no processo do desenvolvimento do conhecimento científico é estritamente necessário considerar os conceitos técnicos ou científicos para se construir novos conhecimentos. Isso requer dos aprendizes de professor e de pesquisador o domínio dos conceitos físicos, como também “a viver com duas vozes que falam ao mesmo tempo, uma sobre a Ciência em construção, outra sobre a Ciência acabada. Esta última produz frases como “faça isto... faça aquilo”; a primeira diz “o suficiente nunca é suficiente”” (p. 31).

Também pode-se detectar nos dados coletados, que muitos aprendizes perceberam que a atividade desenvolvida estava de acordo com as teorias-guia estudadas durante o ano. Isto se deu devido os mesmos estarem envolvidos em um programa educacional que desempenha uma prática educacional organizada.

O estudo das concepções científico-educacionais dentro do programa educacional de formação de professores de Física servirá de base para o processo de pesquisa, isto é, para a iniciação científica dos aprendizes. Os atores principais desse processo de pesquisa necessitam ter o conhecimento de como o processo de pesquisa transcorre, pois caso contrário:

Se não tivéssemos a menor noção do que é a pesquisa científica e não fossemos capazes de fazer a respeito dela a idéia de um conjunto dotado de sentido, estaríamos mergulhados em um universo absurdo. Os animais estão sendo preparados para serem comidos? Trata-se de algum ritual adivinhatório durante o qual inspecionam-se as entranhas dos ratos? Os indivíduos que passam horas discutindo diante de papéis rabiscados com anotações e números são advogados? O debates animados que se travam no quadro-negro fazem parte de um torneio? E se, afinal, essas pessoas são caçadoras de um tipo especial que, depois de terem passado horas imobilizadas diante de um espectrógrafo, de repente paralisam-se, como cães de caça que farejam uma pista? (LATOURE, 1997, p. 36).

Assim, durante o desenvolvimento da atividade, “os aprendizes se mostraram interessados e participativos” (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 11/10/2005;

⁴⁰ Essa discussão encontra-se nas páginas seguintes.

14/10/2005), fato observado nas atividades práticas e teórico-experimentais⁴¹ efetuadas. Acredita-se que o interesse e a participação estavam na vivência do processo da desmitificação de objetos técnicos, o que possibilitava ao aprendiz, reviver o processo científico pelo qual foi construído o objeto, procurando-se estabelecer os aspectos teóricos para elaborar o objeto, e ainda reviver suas influências e o viés social. Nesse processo há possibilidade de abrir as caixas-pretas, por mais fechadas e pretas que sejam.

A abertura das caixas-pretas é possível, pois segundo Latour (1990), do ponto de vista das redes não há como estabelecer uma distinção entre os objetos técnicos, de um lado, e o contexto social, de outro. Há um híbrido sociotécnico que engendra o coletivo em que se vive. Assim, um dispositivo técnico só existe na medida em que é sustentado por uma rede de atores. Esse aspecto justifica o porquê da existência do retroprojeto e do projetor multimídia.

A análise dos dispositivos técnicos no domínio das redes de relações sociotécnicas, está precisamente no ponto de articulação entre humanos e não-humanos. Os dispositivos são elementos constitutivos das mútuas relações sociotécnicas de atores e, assim como a Ciência, eles estão implicados na natureza e na sociedade.

Nesse sentido, no processo de desmitificar as caixas-pretas ocorre à configuração da Ciência em Ação. Essa ação do ‘retrocesso’ referente aos conhecimentos científicos que abarcam tal objeto, estabelecem de maneira gradativa a construção científica incutida, como também a construção de toda a trama social envolvida, possibilitando a compreensão dos conceitos científicos envolvidos, mesmo antes de se tornar caixa-preta. Assim, o estudo sistemático de objetos técnicos possibilita a entrada no mundo da Ciência e da Tecnologia; esse estudo, porém, depende da escolha certa da porta de entrada. E, Latour (1990) mostra-nos por qual caminho entrar: “[...] Essa é a primeira decisão que temos que tomar: nossa

⁴¹ Mion et al. (1995), diferencia atividades práticas de atividades teórico-experimentais como segue: “A atividade prática é desenvolvida inicialmente sem o conhecimento prévio da teoria física, utilizando como referencial o conhecimento do senso comum. Já a atividade teórico-experimental exige conhecimento da teoria física, o que acarreta uma análise científica do fenômeno” (p. 95).

entrada no mundo da ciência e da tecnologia será pela porta de trás, a da ciência em construção, e não pela entrada mais grandiosa da ciência acabada” (LATOURE, 1990, p. 17).

Assim, gradativamente, no desenvolvimento da atividade, tornou-se possível, também a discussão referente às implicações da relação CTSA envolvidas no objeto técnico. Tais discussões permitiram à autora, partindo do retroprojeto, problematizar frente aos aprendizes de professor e de pesquisador o funcionamento, fabricação e utilização do projetor multimídia. Trabalhar com as implicações CTSA possibilitou articular conhecimentos entre as disciplinas específicas e as disciplinas pedagógicas. Nos dados coletados transcreve-se: “suruiu a discussão referente aos aspectos econômico-sociais relacionados com as lâmpadas utilizadas no retroprojeto como no projetor multimídia” (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 14/10/2005).

A 6: Eu vejo que aqui na universidade tem vários retroprojetores disponíveis e que qualquer um de nós pode pegar a hora que quiser. Agora, o projetor multimídia só tem um aqui no departamento e fica trancado a “sete chaves” e a gente não pode nem encostar, só o professor responsável. Eu não sabia que a lâmpada era tão cara assim, agora eu entendo (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 14/10/2005).

Também,

A 9: [...] eu acho legal estudarmos esses aparelhos porque ninguém fala sobre isso aqui, e é uma coisa que está aqui perto da gente. E o legal é que estudamos de uma maneira mais científica, vendo todo o processo científico por trás, acho que isso permite nós sabermos o porquê de certas atitudes que envolvem muita política por trás, complementando o que o aluno A6 falou (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 14/10/2005).

As implicações sociotécnicas envolvidas nos objetos perpassam pelo processo de delegação envolvido. Um dispositivo técnico acarreta em uma série de práticas distribuídas e fortemente articuladas. Afirma-se distribuídas, na ótica dos objetos estudados, pois há uma série de ações distribuídas pelos atores: o fabricante do produto, as normas de segurança para o pleno funcionamento e sua correta utilização, a determinação da academia para a apresentação de seminários, palestras, as defesas de dissertações e de teses, dentre outras. Afirma-se articuladas, porque é o conjunto de tais práticas que define e sustenta o dispositivo técnico.

Nesse sentido, infere-se que em um elemento não-humano, nesse caso o objeto técnico, o motor da ação será o conjunto de práticas articuladas, é o que Latour (1994b) chama de programas de ação. A mediação tem aqui o sentido de articulação de uma série de ações, em função dos atores mobilizados. Num segundo sentido do termo, Latour assegura que “a ação não é simplesmente uma propriedade de humanos, mas de uma associação de actantes” (LATOUR, 1994b, p. 35). Nesse aspecto, pode-se caracterizar os artefatos técnicos como híbridos. É certo que um projetor multimídia ou um retroprojetor é constituído de espelhos, lentes, lâmpadas, circuitos elétricos integrados, mas também são demarcados por uma sistemática de apresentação de trabalhos, seus usuários – professores, alunos, palestrantes. Em suma, os artefatos são ao mesmo tempo técnico, material e social, tratando-se, pois, de dispositivos sócio-técnicos.

Ainda, considerando as concepções científico-educacionais estudadas durante a primeira fase do programa educacional, constatou-se que no desenvolvimento de suas próprias atividades educacionais, “os aprendizes realizaram a problematização inicial, como também, atividades práticas em suas aulas” (Diário de campo, aula do dia, 24/11/2005). Como exemplo, uma aula do grupo de Mecânica ministrada pelo aprendiz A2, onde foi trabalhado o momento angular, baseado na fabricação e funcionamento do ventilador.

A2: Vamos começar a nossa aula de hoje. Vocês conhecem isto? [...] Querem ver de perto? [...] O que vocês estão observando? [...] Em que direção vai o ar? [...] Quais são as partes? [...] Para que serve? [...] Pessoal cheguem mais perto, para abrímos então o ventilador. Percebem? [...] (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 24/11/2005).

Problematizar a abertura de um objeto técnico possibilita reconstruir os *nós* estabelecidos e articular o caminho pelas *malhas* que sustentam o conhecimento científico, associando a estruturação do objeto técnico aos conhecimentos físicos referentes à temática estudada, cujos conceitos físicos centrais de uma temática formam os *nós*, e as *malhas* caracterizam os conceitos físicos secundários, que sustentam tal temática. Nesse sentido, um

dispositivo técnico está preso a uma rede heterogênea de elementos humanos e não-humanos, em um processo de regras e leis da sociedade.

Do ponto de vista epistemológico, ao se abrir as caixas-pretas, será possível visualizar os fundamentos de uma teoria científica, permitindo não somente compreendê-la, como também, questionar suas bases, garantindo elementos de crítica e criatividade, estabelecendo princípios à ruptura com o senso comum. Até esse momento, no programa educacional, não se criou conhecimento científico-educacional. A abertura de caixas-pretas, porém, possibilita caminhar pelo mundo da Ciência e da Tecnologia, pois o manuseio reflexivo de objetos técnicos pode ser pensado como uma iniciação ao mundo da construção dos fatos, em que as atividades educacionais, enfocadas na problematização do funcionamento e fabricação do objeto, implica manuseá-lo reflexivamente, investigando-o, e possibilitando o estudo de conceitos científicos envolvidos. Isso se aproxima ao que Freire (1979) denomina ad-mirar, cujo ato busca a legitimidade e o rigor científico, para compreender o objeto em sua totalidade.

3.6 O SEGUNDO MOMENTO INVESTIGATIVO

A disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física – II compreendeu o segundo momento investigativo desse estudo, no ano de 2006. A disciplina constava com uma carga horária de cinco horas-aula semanais, aproximadamente 280 minutos. Nessa segunda fase do programa educacional, foram estudadas as concepções científico-educacionais relacionadas à elaboração de projetos de pesquisa para atuação nas escolas, ao planejamento didático da ação, a implementação do projeto de ação nas escolas – ação docente, a sistematização do

conhecimento “novo” – processo reflexivo (com apresentação de um seminário dos resultados da pesquisa), a confecção da monografia e finalmente a elaboração do artigo científico.

Primeiramente, essa fase iniciou-se com a discussão da ementa proposta na indicação de referências bibliográficas básicas e complementares. Houve a discussão, análise e deliberação do cronograma de atividades da disciplina, bem como a explanação de regulamentos do estágio curricular obrigatório, pela professora e pesquisadora do programa.

Na seqüência, quando se estabeleceu a elaboração de projetos de pesquisa para a atuação nas escolas, houve a discussão sobre os fundamentos da pesquisa em Ensino de Física e a elaboração dos Projetos de Pesquisa individuais pelos aprendizes de professor e de pesquisador. Quanto à atividade do planejamento didático da ação, os aprendizes planejaram atividades educacionais em Ensino de Física.

Em relação à implementação do projeto de pesquisa nas escolas, a ação docente propriamente dita, os aprendizes construíram e viveram a proposta/experiência educacional no cotidiano do espaço escolar formal e viveram o processo da espiral auto-reflexiva com os momentos de Planejamento, Ação, Observação e Reflexão. Por fim, sistematizaram o conhecimento “novo” via processo reflexivo da própria prática educacional, tendo elaborado o relatório de pesquisa – a monografia, e um artigo científico.

Como um dos objetivos desse estudo envolvia analisar a elaboração e o desenvolvimento de propostas educacionais pelos aprendizes de professor e de pesquisador nas escolas, considerando o aspecto da Ciência em Ação e o Modelo de Tradução, a autora realizou uma análise crítica de toda a vivência desse processo pelos aprendizes. Tal análise detalhada encontra-se a seguir.

3.7 ANÁLISE DAS RELAÇÕES SOCIOTÉCNICAS NO DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO-EDUCACIONAL

Analisar as relações sociotécnicas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional é também mais uma das intenções que este trabalho apresenta, no intuito de estabelecer a concepção de “Ciência” veiculada no processo formativo dentro do programa. Para tanto, nesse segundo momento do programa educacional, estabelecem-se as relações sociotécnicas por analisar a elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais, realizadas pelos aprendizes nas escolas, considerando o aspecto da Ciência em Ação e o Modelo de Tradução em rede sociotécnica.

No aspecto da Ciência em Ação foram consideradas as seguintes categorias de análise: o processo de “investigação” e a de “referências a outros documentos” (LATOUR, 1990). Os aspectos giram em torno do “fazer Ciência”, possibilitando a construção de uma reflexão crítica sobre o programa educacional de formação de professores de Física.

Ainda, para a compreensão da complexidade envolvida na prática de elaborar e de desenvolver propostas educacionais em Ensino de Física pelos aprendizes, adotou-se o Modelo de Tradução. Para isto elegeu-se, como categoria de análise, os “interesses” envolvidos na produção/construção e validação do conhecimento científico-educacional.

Apresentadas as categorias de análise baseadas em Latour (1990 e 1994), foram identificadas e discutidas a partir de três dos elementos presentes no processo de elaboração de propostas educacionais pelos aprendizes de professor e de pesquisador, inseridos no programa educacional: a observação direta, o artigo científico e os interesses envolvidos no processo de pesquisa. Para o aspecto da Ciência em Ação, a observação direta e o artigo científico foram discutidos e analisados. E, para o Modelo de Tradução, os interesses no processo da pesquisa passaram pelo mesmo processo.

Nesse ponto, com base nos aspectos metodológicos já discutidos, seguiu-se todas as orientações para a análise crítica dos dados coletados.

3.7.1 A Observação Direta

Foi na disciplina de MPEF – II que os aprendizes de professor e pesquisador efetivaram o processo de investigação-ação educacional de vertente emancipatória, que tem a problematização de conceitos e práticas como elemento estruturador na elaboração de propostas educacionais em Ensino de Física. Detém-se, porém, nesse momento do trabalho, apenas a análise crítica na questão da observação direta. A observação direta é o primeiro aspecto para a elaboração de propostas educacionais⁴² em Ensino de Física.

Para elaborar uma proposta educacional, os aprendizes foram orientados pela professora e pesquisadora a visitas sistemáticas às escolas, para a realização da observação direta. Essa observação ocorreu nas escolas da região de Ponta Grossa e dos Campos Gerais no Paraná, envolvendo a observação do contexto em que a escola se insere e a observação direta da turma escolhida. Nessa etapa, ocorreu a fase exploratória da pesquisa.

Para realizarem a observação direta, os aprendizes utilizaram um roteiro como guia, para a observação do contexto da escola que envolvia investigar:

1- A infra-estrutura da escola; 2- A formação dos professores; 3- O nível sócio-econômico dos alunos; 4- O currículo efetivamente utilizado; 5- A aprendizagem (situação dos alunos); 6- O projeto político pedagógico da escola (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 28/03/2006).

Um segundo roteiro foi sugerido aos aprendizes, destinado à observação direta da turma escolhida. Esse roteiro possibilitou detectar situações-limite no ambiente investigado:

⁴² A elaboração de propostas educacionais em Ensino de Física significa, primeiro, elaborar um projeto de pesquisa em Ensino de Física, baseado em situações problemáticas encontradas no laboratório de atuação (a sala de aula) via investigação. E segundo, construir estratégias e analisá-las via própria prática educacional na solução do problema detectado.

1- O conteúdo que está sendo trabalhado; 2- Comportamento dos alunos durante a aula; 3- Dificuldades apresentadas pelos envolvidos na aula; 4- Dificuldades conceituais apresentadas pelos envolvidos; 5- Como o conteúdo foi desenvolvido; 6- Houve ações-participantes por parte dos alunos; 7- Como a turma foi organizada; 8- Metodologias utilizadas; 9- Livro Didático adotado; 10- Ênfases curriculares veiculadas; 11- Outros aspectos que considera importante (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 10/04/2006).

As observações, tanto da estrutura da escola como da turma escolhida, foram registradas em um caderno, pois representam dados coletados.

Logo, na Universidade, nas aulas da disciplina de MPEF – II, foram realizados seminários para discutir os registros confeccionados pelos aprendizes. A discussão entre o grupo de aprendizes possibilitava construir da proposta educacional de cada um. Nesse momento, dentro do programa, que se observa a constituição de uma rede social. Esse fato deu-se por detectar nos dados coletados, os objetivos em comum e a comunicação direta estabelecida. Tais aspectos estiveram presentes durante os seminários de discussão dos registros (dados). Esses registros atuam como fluxos das redes sociais, funcionando como canais que permitem a circulação de informações, de conhecimento e de valores do que se pesquisa.

No que tange aos objetivos em comum dos aprendizes, primeiramente eles observaram e realizaram um diagnóstico referente aos seis aspectos do contexto da escola, levando em consideração os onze aspectos do contexto da turma escolhida e descrevendo-os em um caderno. As ações desencadeavam um objetivo maior, de detectar e de propor soluções a situações-limite (ou situações-problema) encontradas no ambiente investigado.

Quanto à comunicação direta, essa fora estabelecida entre os aprendizes e a professora e pesquisadora da turma. A discussão dos registros, na Universidade, possibilitou esse canal de comunicação, um meio de a professora e pesquisadora acompanhar sistematicamente os aprendizes. A comunicação direta, porém, não fora estabelecida no ambiente da pesquisa, pois se percebera na leitura dos registros de alguns aprendizes, que algumas observações referentes ao contexto da escola foram prejudicadas. Em primeiro lugar, algumas escolas não

possibilitaram o contato direto do aprendiz (estagiário) com as estruturas físicas ou com os documentos internos da escola, e, num segundo momento, na própria escola não havia documentos de sua própria legislação. Segundo os aprendizes:

A11: Eu fui pedir o projeto político-pedagógico da escola e a pessoa com quem eu falei disse que a escola não tinha, e que somente tinha um outro que servia de orientação curricular para os colégios agrícolas. Ela me disse que agora iria ter um, mas que ainda estava no núcleo de educação, porque como o colégio faz parte das obrigações da Universidade eles têm que esperar pela Universidade (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 24/04/2006).

E,

A4: Eu li o projeto político-pedagógico da escola e as questões que nós ficamos de procurar dentro do projeto, não tinham. Eu fui perguntar para a pedagoga onde estavam os planejamentos anuais da escola, daí ela não achava, revirou o seu armário e achou um somente do ano de 2002. Os planejamentos estavam todos separados, sem organização e nada constava no projeto. No projeto havia aspectos demográficos, a filosofia da escola e a parte da avaliação. Agora a grade curricular, os objetivos do ensino, a formação acadêmica do professor, essas coisas não estavam lá (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 24/04/2006).

Uma situação referente à estrutura da escola:

A3: O colégio afirmava ter um laboratório de informática com 12 computadores ligados em rede, daí, quando nós (eu e ele) fomos observar a estrutura do laboratório de informática do colégio, nós fomos até uma laboratorista e ela disse que o único horário que poderíamos entrar seria das 12:00 h até a 13:00 h da tarde, porque não tinha fechadura na porta e estava trancada com uma corrente e que a pessoa que poderia abrir não estava, e que poderíamos entrar somente naquele horário. Disse também que não sabia por que queríamos entrar, porque o laboratório nem estava sendo utilizado há um tempo (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA, 24/04/2006).

Considerando ainda o aspecto da estrutura, detectou-se nos dados que na maioria das escolas da rede pública de Ponta Grossa e dos Campos Gerais, as condições de utilização de espaços e de instrumentos na escola são precárias, havendo ainda ausência de equipamentos. Os aprendizes citaram que, em algumas bibliotecas há livros com suas coleções incompletas, outros rasgados, falta de livros de qualidade e a política do ‘não’ ao empréstimo de livros. (...) “Em algumas escolas não se emprestam livros aos alunos. As escolas adotam essa política, pois são os mesmos que rasgam, sujam e roubam os livros” (DIÁRIO DE CAMPO, AULA

DO DIA 24/04/2006). Os laboratórios de Física e de Informática, em algumas das escolas onde os aprendizes escolheram para estagiar, não estavam funcionando. Em outras escolas, onde havia funcionamento do laboratório de Física, o espaço físico estava sendo compartilhado com as áreas de Química e de Biologia, ocorrendo, porém, a falta de alguns equipamentos para o trabalho. Os laboratórios de Informática encontravam-se na mesma situação. Se havia espaço físico, poucos eram os computadores em pleno funcionamento e conectados à internet (TRABALHO ESCRITO PELOS ALUNOS, 02/05/2006).

Considerando que o laboratório de atuação do professor e pesquisador em formação é a escola e a sala de aula, e como toda a estrutura do ambiente onde se encontra a escola influencia diretamente suas ações, a observação direta possibilita caracterizar o ambiente em que se pretende trabalhar, estabelecendo as coordenadas e diagnosticando tal realidade. Segundo Latour (1990), a investigação no laboratório de atuação é necessária, pois quando se entra nele não se vê de imediato o que se pretende. Na verdade, acaba-se por se entrar em um outro mundo onde é necessário preparar, focalizar, corrigir e ensaiar o que se pretende ver. É nesse sentido que a professora e pesquisadora agia na orientação aos aprendizes, quando passaram a investigar o ambiente da escola e da sala de aula, ou seja, detectar situações-limites presentes. Na leitura dos registros dos aprendizes, percebia-se que estavam olhando como uma situação problemática apenas a estrutura da escola. Segundo a professora e pesquisadora (representada pela letra **PP**):

PP: Se considerarmos, por exemplo, a estrutura física da escola, a situação problemática torna-se ainda mais visível. Mas não como vocês estão colocando. Notem o tipo de atividade que o professor propõe. Ela é justamente pela própria deficiência da escola. Em outros casos, o problema se reflete na própria prática do professor na falta de planejamento das aulas. Voltem ao roteiro sugerido [...] aula do dia 10/04 (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 15/05/2006).

Pode-se perceber na orientação da professora e pesquisadora da turma que ela focaliza, corrige e ensaia os aprendizes para o que se pretende ver. Nesse momento é que se passa a restabelecer a rede social entre o grupo como um todo, onde a intencionalidade passa a

conectar os pesquisadores com os objetivos em comum – a construção de conhecimento novo. A intenção é um pressuposto da concepção de pesquisa – investigação-ação de vertente emancipatória. Segundo Thiollent essa concepção é:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2000, p. 14).

Entretanto, mesmo com as orientações da professora e pesquisadora da turma no decorrer do processo investigativo, os aprendizes não conseguiram estabelecer a diferença entre o tema e o problema de pesquisa para construírem suas propostas educacionais. Embora, nesse momento não estivessem enxergando como situação problemática apenas a estrutura da escola, a professora e pesquisadora detectou nos registros dos aprendizes, que a situação-problema detectada envolvia apenas o desinteresse dos alunos da turma investigada. O diário de campo da autora prescreve:

Nesta aula, os aprendizes estavam incomodados, acredito que seja devido às problematizações constantes da professora e pesquisadora da turma. [...] estavam com dificuldades para entender a diferença entre tema e problema para a construção de seus projetos. Nos registros que fazem não conseguem descrever situações problemáticas, como também, perceber situações problemáticas no ambiente das práticas educacionais em Física. Muitos detectam como problema de pesquisa apenas o desinteresse da turma, e não o vê como uma consequência [...] (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 22/05/2006).

Detectou-se também, a característica narrativo-descritiva nos registros dos aprendizes. Isto ocorre, no entanto, pela falta de entendimento que os mesmos têm. Essa falta de entendimento está na dificuldade de estabelecerem uma ponte entre as teorias-guia estudadas, e essa nova etapa em que se encontram – de investigadores das próprias práticas educacionais em Física, o que os impedia de estabelecerem uma análise interpretativa dos dados coletados, dificultando assim a construção de seus projetos de pesquisa, conforme se pode constatar na descrição a seguir:

A4: Mas o que seria um tema ou um problema? Porque eu não vejo. Tem coisas que são problema e mesmo assim não podem ser solucionados e como tirar um tema disso? PP: Mas como assim? A4: Por que os alunos não vêm para a escola? Por que os alunos não obedecem os professores? A7: É, eu também queria saber, pois vejo que o maior problema é o comportamento dos alunos. PP: Quando você diz comportamento, você diz indisciplina? A7: Estou falando que ocorre a falta de respeito, brigas com o professor, eles são desobedientes e isso ocorre porque eles não têm vontade de aprender [...] PP: Tem o professor Joe Garcia que tem uma linha de pesquisa na Universidade Tuiuti do Paraná, ele investiga a indisciplina escolar e seria o caso de você pegar algumas publicações dele, daí você vai perceber até que ponto esta questão é um problema e como dela sairá o tema (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 02/05/2006).

Assim, pode-se observar claramente a intervenção da professora e pesquisadora da turma no tocante à orientação que dirige aos aprendizes para o modo como a pesquisa é realizada na academia, apontando o campo de investigação muito além do laboratório, por fornecer pistas e ferramentas conceituais para a caminhada no mundo da pesquisa. A configuração do tema de pesquisa e o problema que o aprendiz detecta surgem na interface entre a escola, a comunidade e o cotidiano dos envolvidos.

O processo investigativo efetivado pelos aprendizes está conectado ao processo da Ciência em Ação, pois atuam na construção de conhecimentos mediante investigação (LATOUR, 1990). As investigações e ações incidentes na formação de aprendizes de professores e de pesquisadores em Ensino de Física, estão presentes na rede de relações sociotécnicas, especialmente na possibilidade de transitar entre o campo das Ciências Naturais (CN) e Ciências Sociais (CS), agrupando os *actantes* envolvidos na sociedade para a construção de conhecimento.

Inseridos, porém, dentro do programa educacional, os aprendizes não realizaram apenas uma única vez a observação direta. No programa, eles são levados a efetivar a observação direta em todo o processo da pesquisa. Isso significa colocar ênfase no que Latour (1990) chama de investigação da Ciência como prática, ou seja, na investigação empírica. E, como a autora trabalha no sentido de identificar, por fazer aproximações e distanciamentos entre a concepção de Ciência veiculada no programa e a concepção de Ciência em Bruno

Latour (1990, 1994 e 1997), passa a analisar esse processo, sob o ponto de vista do processo de construção de conhecimento novo, e não do ponto de vista dos seus resultados.

3.7.1.2 A Observação Direta da Própria Prática Educacional

Inseridos no programa educacional, os aprendizes efetivaram a observação direta da própria prática durante a fase de ação nas escolas. Essa fase teve duração de um bimestre, com duas aulas por semana nas escolas, aproximadamente dezesseis aulas dadas. É justamente a partir da própria prática educacional desenvolvida pelos aprendizes, que se processa a construção de um conhecimento novo.

Os procedimentos de ação dentro do programa para a construção de um conhecimento novo, envolveram primeiramente a investigação temática baseada nos pressupostos freirianos e, em seguida, o levantamento de objetos técnicos juntamente com os alunos das escolas, relacionados à temática da Física trabalhada pelo aprendiz. Tais procedimentos de ação foram os mesmos discutidos na atividade desenvolvida no ano de 2005 na disciplina de MPEF – I. Os objetos técnicos foram escolhidos sob três critérios. O primeiro de ter sido citado pelos envolvidos; segundo, que a rede conceitual prévia contemplasse o maior número de conceitos envolvidos no funcionamento e fabricação do objeto; terceiro que este objeto estivesse sempre disponível e em pleno funcionamento dentro da sala de aula. Após duas horas-aula nessa atividade, os aprendizes passaram a realizar a observação direta da sua própria prática educacional.

A observação da própria prática educacional transcorreu da seguinte maneira: com a atividade⁴³ planejada na Universidade, pronta, cada aprendiz dirigia-se à própria turma –

⁴³ As atividades trabalhadas nas escolas foram desenvolvidas em grupos das respectivas temáticas da Física. Para o Ensino Fundamental, a temática trabalhada foi Ecossistema com um grupo formado por dois aprendizes e 48 alunos; para o Ensino Médio, as temáticas estudadas foram: Conservação do Momento Angular, com três aprendizes que trabalharam no 1º ano, com 91 alunos no total; Termodinâmica com quatro aprendizes no 2º ano,

laboratório⁴⁴ de atuação, e, desenvolvia a aula – atividade planejada (*ação*). Logo após o término da aula – ação, o aprendiz passava a registrar⁴⁵, em seu caderno – diário de campo, o que aconteceu na aula (*observação*). O registro da ação passava pela observação direta, sendo focada na própria prática educacional. O registro da prática são os dados coletados do que ocorreu na aula. Os mesmos, à medida que eram analisados (*reflexão*), apontavam caminhos prospectivos, no ambiente das práticas educacionais, para novos planejamentos. Assim, a cada momento de reflexão, construía-se gradativamente o conhecimento novo, agregado ao novo planejamento, caracterizando-se o processo de Ciência em construção.

As atividades educacionais em Física, realizadas pelos aprendizes, passaram pelos momentos da espiral de ciclos lewiniana, em momentos de planejamento, ação, observação e reflexão constituintes do método científico da concepção de investigação-ação. Assim, o nó epistemológico dessa concepção de pesquisa está na “rigoriedade metódica”, que inclusive necessita de roteiros para proceder às observações feitas pelos aprendizes. O roteiro para observação direta da própria prática envolvia descrever:

1- Diferenças observadas nesta aula em relação às demais; 2- Atitudes de seus alunos durante a aula; 3- Aspectos que mais chamaram a atenção em seu comportamento; 4- Aproveitamento da aula pelos alunos; 5- Aspectos do conteúdo que pareceram mais interessantes aos alunos; 6- Principais dificuldades conceituais enfrentadas no andamento da aula; 7- Forma como o conteúdo foi desenvolvido; 8- Dificuldades apresentadas pelos alunos. Que modificações você faria nesta aula? O que deveria ser alterado, ou melhor, trabalhado? (MION, 2002, p. 101-102).

Pode-se observar nos dados coletados que os aprendizes não estavam conseguindo realizar a observação direta de sua própria prática. Os registros confeccionados apresentavam ausência de informações. As dificuldades estavam associadas, acredita-se, ao fato de não

que trabalharam com 139 alunos; e Tópicos de Eletromagnetismo com três aprendizes que trabalharam no 3º ano, com 119 alunos no total.

⁴⁴ Considera-se o ambiente das práticas educacionais a partir da concepção de Stenhouse (apud ANGULO, 1990, p. 46, traduções nossas), onde, “o professor é o encarregado da prática; é o encarregado do melhor laboratório que existe em educação: a escola”.

⁴⁵ Os alunos eram orientados pela professora e pesquisadora da turma para, no final de cada aula, antes mesmo de saírem da sala, processarem seus registros [informações (dados empíricos) observados/tirados das observações diretas], sempre seguindo o roteiro para diário de campo MION (2002).

saberem como fazer os registros, por não considerarem importante e/ou por não terem consciência de sua ação no ambiente das práticas educacionais em Física.

No estudo realizado dos registros, percebe-se que alguns aprendizes não estavam explicando o porquê de cada situação encontrada no ambiente de suas práticas e também em relação ao quesito número 7 do diário de campo: forma como o conteúdo foi desenvolvido. Os aprendizes não estão sabendo dizer sobre o arcabouço teórico em que estão envolvidos, ou seja, suas teorias-guia, pois estão materializando-se apenas na questão da organização didática de suas aulas ministradas (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 07/08/2006).

Contudo, mesmo diante das dificuldades que os aprendizes enfrentaram, segundo Latour (1990), está é uma das características da prática de investigação dos que produzem conhecimentos científicos. A fase de investigação é uma fase em que os investigadores passam por muitas incertezas, riscos, relações políticas e sociais. Essas características foram apresentadas nesse momento da observação direta da própria prática educacional, e também, no momento da observação direta no ambiente das práticas educacionais em Física.

A incerteza, uma das características da prática de investigação dos que promovem a Ciência em Ação, esteve presente no início de cada novo processo vivido pelo aprendiz, no programa educacional. Essa incerteza que decorre da prática científica, está associada àquilo que ainda não é conhecido pelo investigador.

No início da observação direta da própria prática educacional, os aprendizes não conseguiam identificar, via roteiro, o que era significativo focalizar para se registrar. Quando foram estudados os primeiros registros com toda a turma, para os planejamentos das aulas seguintes, os aprendizes não estavam conseguindo efetivar o momento da reflexão, baseada em suas teorias-guia. Como consequência, não conseguiam perceber como sua aula, fora desenvolvida. Não tinham consciência de quais modificações seriam necessárias propor (quesito número 8 do roteiro para observação da própria prática educacional), direcionadas à situação-limite encontrada no ambiente das práticas educacionais em Física. Acredita-se que isso ocorra porque o aprendiz, durante o estágio curricular, não assume a prática educativa

como sua responsabilidade, o que se tornava um obstáculo⁴⁶ à construção de uma “Educação como Prática da Liberdade”. Em uma situação:

A11: [...] *Que modificações você faria nesta aula? O que deveria ser alterado, ou melhor trabalhado?* Eu acho que não faria nenhuma modificação não. É que eu não sei que modificação eu posso fazer (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA, 07/08/2006).

Como também:

A2: [...] *Que modificações você faria nesta aula? O que deveria ser alterado, ou melhor trabalhado?* Eu não faria nenhuma modificação, acho que a aula foi boa, meus aluninhos gostaram. Eles adoraram o filme (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA, 07/08/2006).

Contudo, as dificuldades apresentadas pelos aprendizes fazem parte das dificuldades do ser pesquisador. Nesse ínterim, pergunta-se: quais as competências e habilidades que estão aprendendo/adquirindo nesse processo vivido? Os aprendizes apresentam resistências em seguir orientações dadas pela professora e pesquisadora? Seria negligência dos mesmos, incorporarem em suas práticas uma Educação como Prática da liberdade? Contudo, observa-se o grau de complexidade e de resistência por parte dos aprendizes quanto à incorporação dos pressupostos teóricos, epistemológicos e metodológicos que o programa abrange.

Entretanto, novamente, a professora e pesquisadora, passa a corrigi-los, e a mostrá-los o que é significativo observarem, como se segue:

Foi orientado para os aprendizes, durante sua fase de ação, olharem para os cinco tópicos específicos: a aula didática, o planejamento, as implicações CTSA, explicar o porquê das coisas quando confeccionarem os registros, como também a forma como o conteúdo foi desenvolvido para não cometerem erros no ato de fazer o registro das aulas, bem como a perda do enfoque (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 14/08/2006).

Por esse motivo, a análise dos dados coletados durante esta fase exploratória, fora trabalhada semanalmente, contrapondo as deficiências que os aprendizes poderiam ter. Nesse caso, a professora e pesquisadora destinou duas aulas na Universidade para a discussão com

⁴⁶ A natureza desse obstáculo é considerada nesse trabalho como uma dificuldade, o que se requer um estudo mais detalhado para caracteriza-lo, como epistemológico, pedagógico, cultural, dentre outros.

os aprendizes em relação ao planejamento didático. Essas aulas resumiram-se em orientações para o desenvolvimento da ação. A aula envolvia:

PLANEJAMENTO 5º ANO – LICENCIATURA EM FÍSICA

Data: 28/08/2006 e 29/08/2006

Objetivo:

Refletir sobre os registros (dados coletados) feitos das atividades realizadas;

Orientar acerca dos procedimentos nas aulas ministradas;

Replanejar as aulas para a semana seguinte.

Problematização Inicial: Vocês poderiam ler seus registros sobre as aulas que ministraram?

Organização do conhecimento: Fazer um círculo para a leitura dos registros;

Sistematizar a leitura dos registros dos aprendizes e da professora e pesquisadora da turma;

Sistematizar os pontos relevantes para a discussão:

O que está sendo ensinado de Física nas escolas?

Como estão utilizando o planejamento (reportando-se a ele durante as aulas)?

E, a organização e o gerenciamento da aula (disciplina, participação, tempo de aula, etc)?;

Organização e uso dos momentos pedagógicos;

Contextualização da aula (conceito trabalhado);

Atividades Práticas e Teórico-experimentais.

Aplicação do Conhecimento: Re-Planejamento.

A prática da pesquisa passa por incertezas, e segundo Latour (1990) está associada àquilo que ainda não é conhecido pelo investigador. Novamente detecta-se nos dados que os aprendizes não sabiam como agir em relação às notas atribuídas aos alunos das escolas. Isso se justifica, acredita-se, pelo fato de muitos aprendizes estarem entrando em uma sala de aula pela primeira vez.

Os aprendizes estavam com certo receio referente às notas atribuídas aos alunos das escolas e os problemas que a nota baixa poderia acarretar, no caso deles sendo estagiários. Foi lembrado a eles que no momento da ação, eles eram os professores de determinada turma e deveriam agir como tal (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 25/09/2006).

As atitudes da professora e pesquisadora da turma trouxeram pontos significativos. As problematizações constantes das práticas educacionais dos aprendizes de professor e de pesquisador se resumiam na busca pela construção/formação e incorporação do “espírito científico”. Nos dados coletados observou-se que os aprendizes passaram a se considerar autores e atores do processo. E, como tal, agiram conscientemente:

[...] Será que a minha prática está de acordo com as minhas teorias-guia? Será que consegui desenvolver o diálogo com meus alunos? Consegui trazer situações concretas para a sala de aula e problematiza-las convenientemente? Até que ponto o uso dos objetos técnicos me ajudou a tornar a educação dialógico-problematizadora possível? (TEXTO ESCRITO PELO APRENDIZ A1, 13/11/2006).

Quando o aprendiz passa a questionar sua própria prática, ele mesmo se volta às práticas internas do seu próprio processo científico, o que o leva a estudos "microscópicos" da prática científica, uma ênfase na descrição antes da explicação, e à análise de como o conteúdo da ciência é "construído". Isso se torna possível devido à concepção de pesquisa adotada pelos aprendizes na fase de ação, a IAE. Essa concepção fundamenta-se na avaliação e na compreensão das atividades educacionais desenvolvidas em um coletivo. Pode-se ainda detectar, nas questões feitas acima descritas pelo aprendiz, à configuração da Ciência em Ação, onde passou a assumir o papel de ator, considerando-se como indispensável no processo construtivo do conhecimento para com os envolvidos. Assim, passou a assimilar informações, devidamente amadurecidas em sua própria prática.

A imersão no meio científico proporciona ao aprendiz a Ciência em construção, ou seja, o mesmo passa a construir conhecimentos científico-educacionais via a investigação da própria prática docente.

3.7.2 O Artigo Científico

Latour (1994), afirma que: “Os fatos são produzidos e representados no laboratório, nos textos científicos [...]” (p. 34). Na fase de ação, o laboratório do aprendiz de professor e de pesquisador estava localizado na escola e a principal atividade que ocorria no interior dos laboratórios era a produção de fatos, isto é, a produção de conhecimentos científico-educacionais. Assim, após desenvolverem a fase de ação, os aprendizes concentraram-se no processo de sistematização do conhecimento (*reconstrução racional da história da própria prática educacional*), onde passaram a olhar novamente para os dados coletados da prática

desenvolvida (agora com um certo distanciamento, para “ad-mirar”). Essa sistematização do conhecimento referia-se aos fatos produzidos no laboratório que posteriormente passariam a ser divulgados em forma de artigos científicos.

Inicialmente, para que um documento se torne científico, precisa deixar de ser algo isolado. Para isso, é necessário que no texto estejam alistadas o maior número de pessoas possíveis. A indicação de outras pessoas é o que designa de “presença de aliados”, que indica “o primeiro sinal de que a controvérsia está suficientemente acalorada, para gerar documentos técnicos” (LATOUR, 1990, p. 58).

Como última etapa do programa educacional, os aprendizes sistematizaram o conhecimento “novo”, advindo do processo reflexivo da própria prática educacional (MION, 1996). Com a sistematização realizada, cada aprendiz apresentou um seminário, confeccionou uma monografia e também um artigo científico.

Num primeiro momento, vê-se necessário realizar um estudo para analisar se o documento (artigo científico) confeccionado pelos aprendizes, adquire o caráter de documento científico. Durante o processo de análise dos dados pôde-se constatar que o conjunto de aprendizes (doze no total), em todos os documentos feitos procuraram deixar seus textos com o maior número de referências sobre o que afirmavam.

Em um texto sobre o tema: “As ênfases curriculares veiculadas no trabalho com objetos técnicos nas aulas de Física”, o aprendiz, no intuito de responder a questão baseado na própria prática educacional: “quais as ênfases curriculares veiculadas a partir da transformação de um objeto técnico em um equipamento gerador nas aulas de Física?”, passa a referenciar:

Segundo Moreira (1986), a ênfase *ciência do cotidiano* é o “conjunto de mensagens que diz, em resumo, que a ciência é um importante meio para entender e controlar o ambiente, seja ele natural ou tecnológico. Valoriza-se um entendimento individual e coletivo de princípios científicos como meio de lidar com problemas individuais e coletivos” (p. 69). Assim, em meu trabalho com o objeto técnico, desenvolvi um conjunto de conteúdos que visava explicar o funcionamento e fabricação do motor do liquidificador. O motor encontrado no interior do liquidificador também se faz presente em outros equipamentos. E, também existem outros tipos de motores como o motor a explosão, por exemplo. O motor a explosão não funciona da mesma maneira que o elétrico, mas ambos têm a mesma função: transformar uma forma de energia em energia mecânica. Assim, o aluno aprende como funciona o motor do liquidificador e também de muitos outros equipamentos como, por exemplo, a batedeira, a máquina de lavar, o cortador de gramas e outros. Este aprendizado pode ter uma utilidade prática para o aluno na medida em que ele pode identificar irregularidades no funcionamento do motor e saber quando é necessária a intervenção de um técnico mais especializado ou se ele mesmo pode resolver o problema. Pode também despertar a sua curiosidade para o funcionamento de outros tipos de motores como o motor a explosão. Assim, conseguimos estabelecer uma aproximação com o que coloca o autor quando diz: “O estudante deve aprender a aplicar princípios e generalizações aprendidos nas aulas de ciências na compreensão e controle de fenômenos e problemas do dia-a-dia. A ciência, com esse enfoque, deve ter utilidade pública” (op.cit. p. 69) (TEXTO ESCRITO PELO APRENDIZ - A1, 28/11/2006).

Primeiramente, percebe-se que o aprendiz se refere ao autor, para em seguida colocar a sua prática educativa como confirmação. Faz referência às normas estabelecidas pela academia, passando a estabelecer as recorrências e as singularidades de sua própria prática educativa desempenhada.

Em um outro texto, com o tema: “Atividades práticas e teórico-experimentais no ensino-aprendizagem de Eletromagnetismo”, o aprendiz procurou responder à seguinte questão: “até que ponto as atividades práticas e as atividades teórico-experimentais contribuem no processo de ensino-aprendizagem, para romper com uma prática bancária de educação em Física?” Segundo o aprendiz:

Volto agora para o meu objetivo que era se eu e meus alunos nos libertássemos do estado de opressão no qual nos encontrávamos. Acredito que as atividades práticas e as atividades teórico-experimentais nos ajudaram muito. No entanto, não conseguimos atingir em cem por cento esse objetivo. Acredito que isto se deva ao fato de eu ter desenvolvido o projeto de pesquisa em sala de aula por um período de apenas um bimestre, sendo que eu gostaria de investigar essa prática novamente com os alunos, mas com um tempo maior de duração, visto que a libertação do estado de opressão é um processo muito delicado, conforme podemos verificar em Freire (2003): “A libertação, por isto, é um parto. E um parto doloroso. O homem que nasce deste parto é um homem novo que só é viável na e pela superação da contradição opressores-oprimidos, que é a libertação de todos. A superação da contradição é o parto que traz ao mundo este homem novo não mais opressor; não mais oprimido, mas homem libertando-se. Esta superação não pode dar-se, porém, em termos puramente idealistas. Se faz indispensável aos oprimidos, para a luta por sua libertação, que a realidade concreta de opressão já não seja para eles uma espécie de “mundo fechado”, (em que se gera o seu medo da liberdade) do qual não pudessem sair, mas uma situação que apenas os limita e que eles podem transformar, é fundamental, então, que, ao reconhecerem o limite que a realidade opressora lhes impõe, tenham, neste reconhecimento, o motor de sua ação libertadora” (p. 35) (TEXTO ESCRITO PELO APRENDIZ - A4, 28/11/2006).

Quando o aprendiz se refere, em seu texto, a outro autor, o texto perde a característica de ficção e passa a se tornar um fato. Segundo Latour (1990), uma literatura não-técnica que trata da ficção arregimenta poucos recursos, enquanto que a técnica deixa de ser ficção quando passa a arregimentar muitos recursos, incluindo os distantes no tempo e no espaço. Ainda, a diferença entre um texto comum e um documento técnico é a estratificação deste último. O documento técnico é organizado em camadas, sendo que cada afirmação passa a ser interrompida por referências (que estão dentro do texto ou fora dele). Como afirma Latour (1990), “[...] Num texto tão estratificado, o leitor realmente interessado na sua leitura está tão livre quanto rato em labirinto” (p. 82).

Percebe-se claramente nas duas citações feitas pelos aprendizes, que existe o argumento, e na seqüência, a referência. Entretanto, Latour (1990) afirma que não basta apenas que o texto esteja incorporado de referências para que adquira característica de técnico ou de científico. Essas necessitam estar na posição de fato, para servirem como referência, pois caso contrário, sem elas, todo o texto ficaria sem propósito. Contudo, observa-se, em ambas as citações utilizadas pelos aprendizes de professor e de pesquisador, que o texto tem

características de documento técnico e a presença de referências condizentes, na posição de fato.

Nos documentos escritos pelos aprendizes, até mesmo sua própria prática estava caracterizada no corpo do texto.

O aspecto que mais me chamou atenção foi quando tratei das implicações CTSA, com relação de como era antigamente quando não se tinha geladeira, como se conservava os alimentos, como surgiu a geladeira e como ela é importante hoje em dia. Os alunos gostaram, falaram muito e contaram histórias (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 30/08/2006).

Acredito que o aspecto que mais chamou atenção foi quando tratei das implicações CTSA voltado ao assunto do efeito estufa e ao aquecimento global, pois vejo que os alunos se interessam muito e ficam curiosos (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 13/09/2006).

Isso foi de acordo com que Luckesi (1993) afirma: “O aluno aprende um conteúdo qualquer quando é capaz de atribuir-lhe significado, isto é, quando consegue estabelecer relações substanciais entre o que está aprendendo e o que já conhece, de modo que esse novo conhecimento seja assimilado aos seus esquemas de compreensão da realidade e passe a ser utilizado como conhecimento prévio em novas aprendizagens” (p. 122) (TEXTO ESCRITO PELO APRENDIZ - A11, 28/11/2006).

Nota-se, porém, que a referência do trabalho escrito do aprendiz A11, não está centrada nos estudos referentes à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Isto se deu, conforme demonstram os dados, pois os aprendizes não efetivaram uma leitura assídua referente aos estudos CTSA. Apenas um único texto⁴⁷ elaborado pela autora (aprendiz de pesquisadora), fora trabalhado no programa educacional, o que levou os aprendizes a buscarem outras referências, não necessariamente aos estudos CTSA. Nota-se uma referência a Luckesi (1993), no que tange aos conceitos Físicos associados à própria realidade dos envolvidos, porém direcionado ao processo de ensino-aprendizagem e não aos estudos CTSA. Isto é um reflexo, acredita-se, do processo de formação dos mesmos. Tanto as disciplinas específicas do curso de Física como as disciplinas da Educação não assumirem discussões referentes a esse estudo⁴⁸.

⁴⁷ Este texto tratava-se de uma reflexão teórica de autores como: LATOUR (1990 e 1994) AIKENHEAD (2000), BAZZO (1998, 2001 e 2002), PALACIOS, et all. (2002) e KOEPESEL (2003).

⁴⁸ Na fala do aluno: “Escuta, como faço para trabalhar com CTSA aqui nesse assunto, eu nunca vi isso em lugar nenhum, só aqui nessa disciplina mesmo” (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA, 21/08/2006).

Pode-se afirmar que em todo o trabalho escrito pelos aprendizes, as referências utilizadas incorporam o adjetivo “científico” atribuído por Latour (1990), já que o texto deixou de ser um documento isolado quando os aprendizes passaram a indicar em citações, diversos indivíduos engajados na mesma vertente. Assim, quanto maior for a capacidade de articulação e de formação de redes de atores envolvidos em determinado texto, tanto maior será a probabilidade de se obter teorias científicas em Ensino de Física.

A construção de conhecimentos científico-educacionais em Ensino de Física, considera implicações de natureza ética, epistemológica e educacional, rompendo com as Ciências *hard* de um lado, e, *soft* do outro, por estabelecer uma “terceira cultura”. Isto ocorre, pois todo trabalho educacional, analogamente ao processo de produção da notícia científica, está impregnado de decisões.

Nesse sentido, vê-se como necessário mostrar os bastidores do processo de produção de conhecimento científico-educacional, em Ensino de Física. Isto quer dizer que a vivência da Ciência em Ação na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais em Ensino Física, não consiste em desenvolver apenas capacidades técnicas ou práticas no aprendiz de professor e de pesquisador para a produção de resultados. Vai muito além, pois promove a interlocução entre as “duas culturas” (SNOW, 1995), originando uma terceira.

3.7.3 Os Interesses no Processo da Pesquisa

O processo de pesquisa vivido pelos aprendizes compreende e contempla as disciplinas de MPEF I e MPEF II. Todavia, visto que esse estudo tem por objetivo analisar a elaboração e o desenvolvimento de propostas educacionais realizadas pelos aprendizes de professores e pesquisadores nas escolas, passa-se a considerar nesse momento o Modelo de

Tradução para entender a complexidade envolvida no processo da pesquisa ocorrido na disciplina de MPEF II.

Para isto, elegeu-se a categoria de análise presente no Modelo de Tradução: os interesses. Os critérios utilizados para eleger essa categoria, basearam-se nos pressupostos metodológicos discutidos no início desse capítulo. Nesse caso, inicia-se essa análise pelo primeiro indicador de interesses: a escolha da escola para desenvolver o estágio curricular obrigatório.

Durante toda a atividade de escolha da escola para o aprendiz de professor e pesquisador desenvolver seu estágio, observou-se que os mesmos estavam com dificuldades para escolher uma escola para estagiar. Esta dificuldade referia-se à disponibilidade de horário, pois muitos dos aprendizes trabalhavam durante o dia e outros cursavam disciplinas pendentes. Outra dificuldade constatada foi em relação às dúvidas dos aprendizes, como por exemplo, na possibilidade do estágio ser efetuado na cidade onde residiam. Identifica-se tal situação no diário de campo da autora que prescreve:

Os aprendizes estavam com dificuldades para a escolha da escola para realizar o estágio. Muitos aprendizes trabalham e não têm horário disponível. Um aprendiz questionou se haveria a possibilidade de desenvolver o estágio na cidade que reside. Uma aprendiz que já é professora no Ensino Fundamental questionou se poderia desenvolver o estágio na própria turma, assim como outro que é professor de Física no Ensino Médio. Os aprendizes se justificavam pela escolha de uma escola que se localizasse próxima a sua residência [...] (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 21/02/2006).

Inicia-se a análise segundo o Modelo de Tradução, em relação aos aprendizes trabalhadores. Como alguns trabalhavam, precisariam da permissão da gerência da empresa onde atuavam, para sua liberação nos dias em que estariam ocupados na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais em sala de aula. Para isto, primeiramente, o aprendiz precisaria reunir todas suas afirmações⁴⁹ e negociar para que cumprisse com os

⁴⁹ Neste caso as afirmações do aprendiz de professor e pesquisador estão relacionadas ao contexto da sala de aula. Isto envolve utilizar afirmações indiscutíveis, já feitas anteriormente e arregimentar sujeitos que dêem respaldos às afirmações. Essas afirmações indiscutíveis nada mais são do que uma proposta educacional já

compromissos estabelecidos pela empresa, como também que estivesse envolvido com os compromissos do seu curso de formação de professores. Negociar visa promover uma decisão comum entre duas ou mais partes, de forma a contemplar interesses (VENTURA, 2001). No caso do aprendiz, seus interesses explícitos consistiam em se manter no emprego e em concluir seu curso de graduação, dentre outros implícitos. Já os interesses da empresa, estariam nos serviços do empregado e na sua qualificação profissional. Dentre algumas dificuldades apresentadas pelos aprendizes é possível destacar:

A4: Mas eu acho que não vou conseguir achar uma escola, vai ser difícil eu pegar dispensa, pois eu trabalho na secretaria de uma escola de manhã e de tarde em outra escola e não tem como recuperar este tempo, pois a escola não funciona à noite e nem no sábado, horário que eu poderia negociar para repor a minha ausência (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 13/03/2006).

Como também:

A15: Eu trabalho de manhã e à tarde, é o dia inteiro e não tenho horário. O meu problema está na questão do horário, [...]. Mas eu estava pensando eu estagiar à noite se eu não conseguir a dispensa. Até pensei ali no colégio João Ricardo Von Borell du Vernay. Eu estou tentando falar com o meu chefe, mas está difícil. Eu cuido de um laboratório de informática e não tem outra pessoa para ficar no meu lugar (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 13/03/2006).

Outra situação:

A3: Eu tenho que ver se consigo uma turma à tarde. Eu não tenho como fazer o estágio de manhã. É que de manhã eu tenho aula, faço outras disciplinas. A14: Eu também estou na mesma situação, tenho aulas. Vou ver se tem alguma escola que tenha Ensino Médio à tarde ou alguma turma de Ensino Médio que seja à tarde, daí ficarei nessa escola e com a turma que eu conseguir (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 13/03/2006).

Assim sendo, ficou evidente, durante a escolha da escola para o desenvolvimento do estágio, a apatia e a oposição dos aprendizes quanto à vivência na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais, vivência que fora muito questionada pelos mesmos, passando a ocupar o centro das controvérsias (LATOURE, 1990). Aos poucos, porém, a professora e pesquisadora fora os problematizando e mostrando-lhes os elos fortes entre a

desenvolvida por algum licenciado em Física que cursou a disciplina em anos anteriores e que resolveu determinado problema educativo por ele levantado.

vivência de uma proposta educacional em Ensino de Física, bem como as razões de serem vividas em turnos do matutino e do vespertino. As ações envolveram seus próprios interesses, os interesses seus ligados à formação de professores de Física, bem como, aqueles ligados ao regulamento dos estágios das licenciaturas da própria Universidade.

Os dados coletados mostram que os aprendizes trabalhadores, ou que estão cursando disciplinas, por não terem completado a grade curricular mínima do curso de Física, são os mesmos que encontram dificuldades de inserção no estágio curricular. Encontravam-se nesta situação oito aprendizes dos quais, três vivenciaram o processo de pesquisa e cinco desistiram do processo. No total foram 12 os aprendizes participantes, sendo que todos foram aprovados ao final do curso de formação docente.

O fato de se inserir em um processo de pesquisa parece tornar-se complexo para o aprendiz, pois todo o processo de pesquisa é tido como novo. Assim, mesmo que o aprendiz tenha negociado entre as partes envolvidas, e não tenha sido possível estabelecer um comum acordo, deveria este ampliar sua margem de negociação. Para isto, precisaria reunir todas as afirmações que corroborassem o fato de cumprir todos os seus compromissos. Corroborar, nesse caso, envolveria apresentar o desenvolvimento de uma proposta educacional na construção de conhecimento científico-educacional ao negociante e, também, mostrar que não está sozinho no processo. Para isto, deveria conduzir ao negociante os indivíduos que estão por detrás da disciplina, ou seja, do programa educacional, para fundamentar suas proposições fortalecendo os elos de sua afirmação. Nesse aspecto, a professora e pesquisadora responsável pela turma, possibilitou aos aprendizes a margem de negociação e a busca de seus interesses, enfatizando que os aprendizes não precisavam desesperar-se, pois não estavam sozinhos dentro do programa educacional e estavam amparados por aliados da própria Universidade. Entretanto, mesmo diante dessa motivação e apoio 5 aprendizes desistiram do processo.

Em seguida, passa-se à análise do segundo indicador de interesses: a delimitação da situação-limite/situação-problema, encontrada no período da fase exploratória da investigação e da caracterização na escola.

Ao viverem o processo investigativo, na sala de aula, os aprendizes estavam em dúvida quanto à delimitação da situação-problema. Muitas delas, detectadas pelos mesmos no ambiente investigado, estavam relacionadas aos aspectos cognitivos dos alunos, de apatia e de desinteresse ao processo de ensino-aprendizagem, à ausência de planejamento didático, bem como aspectos relacionados à infra-estrutura das escolas de modo geral.

Ao analisar a construção de propostas educacionais, isto é, a construção de um conhecimento novo conectado diretamente à situação-problema vivenciada pelo aprendiz no âmbito escolar, pôde-se constatar que ele vai ao encontro de muitos interesses presentes na sociedade. Quando a professora e pesquisadora da turma gerenciava as constantes problematizações para sistematizar juntamente com os aprendizes a situação-problema a ser pesquisada, percebia-se que os interesses dos mesmos estavam direcionados ao “o que” pesquisar, interesses esses de ordem pessoal, o de querer “fazer diferente”. Na transcrição de áudio a seguir, a intervenção da professora e pesquisadora:

PP: E aquele outro tema que você iria pesquisar? Não me parece que é o mesmo [...] A9: Realmente não é. Eu resolvi mudar, pesquisar sobre isso mesmo, a cultura científica e tecnológica para com os alunos, porque detectei muitos problemas na sala de aula, mas acho esse mais interessante é a questão de trabalhar com o cotidiano do aluno. [...] O que me fez decidir, foi que o professor fez uma pergunta: porque no poste de luz tem três fios e na tomada tem apenas dois? Daí os alunos olharam para fora e viram que no poste tinha quatro fios e o professor não soube explicar porque tinha os quatro, nem houve nenhuma explicação. [...] eu penso que os alunos são pessoas como outras quaisquer, e essas coisas estão no seu cotidiano e eles precisam saber (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 04/07/2006).

Na fala do aprendiz A9, constata-se que seus interesses se opõem ao Modelo de Difusão que separa Ciência e Técnica de um lado e sociedade de outro. Pôde-se identificar o sistema de alianças na fala do aprendiz com base no Modelo de Tradução, em uma abordagem de Ciência como construção social (LATOUR, 1990). Ou seja, o que parece ocorrer são

cadeias heterogêneas de associações com interesses comuns do aprendiz para com os seus alunos e da professora e pesquisadora para com ambos. Ainda, na mesma fala, quando o aprendiz passou a perceber situações problemáticas no ambiente das práticas educacionais em Física, pôde-se constatar que tais práticas educacionais em Física adquirem características do Modelo de Difusão. Nessa prática não ocorre a abertura das caixas-pretas, porém apenas a aceitação de produtos técnicos presentes. Caso contrário se estabelecesse a dúvida, o questionamento e as problematizações, possibilitaria o processo de abertura e desvelamento de caixas-pretas, constituindo-se em fundamento à crítica da atuação dos elementos técnicos e tecnológicos. Isto quer dizer que, ainda levando em conta a fala do aprendiz, quanto maior forem os questionamentos, dúvidas e inquietações sobre fatos estabilizados, mais conhecimentos técnicos e científicos são exigidos, constatando-se que aceitar o desafio de duvidar implica conhecer como um fato se estabiliza e como se estrutura. Segundo Sutil (2006), a estruturação e a estabilização dos fatos se alicerçam a partir da negociação de aspectos epistemológicos e sociológicos na elaboração de propostas educacionais.

Constatou-se também nos dados, algumas práticas de negociação no tocante aos aspectos epistemológicos à proposta educacional. Como exemplo, veja-se a negociação estabelecida pelo aprendiz A3 com a professora e pesquisadora do programa educacional:

A3: Tem como a gente marcar um horário para a discussão referente ao projeto? É que andei pensando sobre o que discutimos e fiz algumas leituras e tenho mais “base” e agora eu sei o que quero pesquisar, é que eu só queria mesmo tirar algumas dúvidas, e te mostrar o porquê que eu quero pesquisar sobre “cultura do silêncio”, não vai demorar muito. PP: [...] pra mim está OK. (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 04/07/2006).

Na mesma vertente de Bruno Latour, Ventura (2001) determina que um dos aspectos de negociação esteja envolvido na argumentação. O autor afirma que não existe negociação sem argumentação. A argumentação é o que faz caminhar a negociação e que a orienta e, ao fim de uma discussão, ela pode ter muitas possibilidades, ou seja, a argumentação é a evocação das vantagens existentes ou pesquisadas. Assim, procurar alianças para fortalecer os

elos necessários para concretizar um determinado conhecimento, significa buscar elementos de negociação, nesse caso, referenciais já estabilizados no Ensino de Física.

E por fim, analisa-se o terceiro e último indicador de interesses: a organização do planejamento didático para a ação nas escolas. Nesse ponto do estudo, passa-se a considerar também a questão das negociações inseridas no processo.

A organização do planejamento didático ocorria na Universidade, sendo que o dia destinado ao planejamento didático das aulas, a serem realizadas no estágio curricular obrigatório pelos aprendizes, acontecia sempre no segundo dia de aula, as terças-feiras. Nesse dia, em aproximadamente 100 minutos realizava-se o planejamento para as aulas de toda a semana nas escolas, lembrando que o tempo era de aproximadamente 280 minutos de aula por semana no curso de Licenciatura em Física.

Diante disso, os aprendizes passaram a negociar com a professora e pesquisadora, em relação à organização do planejamento didático para a ação nas escolas. Expuseram seus argumentos, que estavam envolvidos na falta de tempo para a realização por completo dos planejamentos. Alguns aprendizes por residirem em outras cidades, não estavam conseguindo se reunir em grupo em horário extra-classe para o término dos mesmos. Logo, os aprendizes expuseram que no caso de começarem o planejamento no primeiro dia de aula da semana, ao final dos 180 minutos de aula ainda teriam aproximadamente 100 minutos de discussões e preparos dos planejamentos.

[...] Os aprendizes nessa aula colocaram no centro das controvérsias o plano de aula. Questionaram a professora e pesquisadora da turma a respeito da organização do planejamento para ação nas escolas. Não estão conseguindo terminar o planejamento em apenas uma aula. Assim, sugeriram uma mudança: que passem a realizar os planejamentos de ação ainda na segunda-feira. Passou-se a haver negociação que ficou da seguinte maneira: assim como a professora e pesquisadora da turma teria que dar continuidade ao processo de formação docente em cumprimento à ementa, teriam eles (aprendizes) que realizar o estudo dos registros em casa, trazendo para a aula uma ou meia página de estudo desses e que a leitura passaria a ser realizada em grupo [...] (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 28/08/2006).

Assim sendo, passou-se a uma ação negociada entre as partes dentro do programa educacional. Como os alunos não estavam conseguindo planejar no tempo devido, deveriam considerar o momento da reflexão individualmente, para uma discussão posterior apenas entre os *nós* da rede. Diante da comunicação a partir da negociação democrática e coerente, passou-se a considerar os interesses da professora na formação de professores e de pesquisadores, bem como dos aprendizes, em cumprirem o seu papel.

Os dados mostram que os aprendizes sentiram-se desafiados, pois colocaram o planejamento didático no centro das controvérsias. Essa atitude demonstra o processo construtivo do conhecimento, já que o mesmo origina-se de planejamentos didáticos, construídos coletivamente. Houve, porém, momentos durante a fase de ação, em que os aprendizes deixaram de considerar os objetivos propostos em seus projetos de pesquisa. A seguir está a intervenção da autora:

P: E esse grupo aqui. E daí, o que irão planejar para a próxima aula? A1: Ah, a gente ainda não sabe porque olhando aqui para a rede conceitual a gente já cumpriu com o conceito de Força Magnética e agora iremos para Campo Magnético. P: Mas vocês estão levando em consideração o problema de pesquisa de cada um durante toda a fase de ação, não estão? Vocês não estão nas escolas para somente dar aulas! [...] A4: Mas então aqui no caso do meu problema de pesquisa, acho que está muito difícil fazer uma atividade teórico-experimental. Nossa, são muitos alunos que eu tenho e fico pensando no número de materiais que precisarei. A9: Na minha turma são 39. A1: Na minha são 38. P: E na sua? A4: 42 alunos. P: Mas vocês irão deixar de investir na pesquisa pelos empecilhos que ocorrem? A4: É que eu tenho medo que devido a muitos alunos a atividade não dê certo. E outra coisa, como vamos fazer com os equipamentos? P: Vocês podem dividir entre o grupo, cada um dá uma pequena contribuição para a compra dos equipamentos e na hora de utilizá-lo, como a aula de vocês não é no mesmo horário, mas sim no mesmo dia, assim que um utiliza, passa para o outro. A1: Mas, então, como podemos fazer? P: Voltem ao liquidificador. Pensem no Campo Magnético. A1: Podemos enfatizar nessa aula o que é necessário para que haja o Campo Magnético. A gente pode dividir a turma em dois grupos, um com a bobina chata e outra com o solenóide e depois trocamos. A9: Mas então eles podem medir a corrente elétrica, né? Então, vamos precisar do multímetro. A4: Tem uma loja que eu conheço, é mais em conta em relação às outras, mas a gente sabe que esse aparelho é caro. Podemos dividir entre os três, tudo bem? A1: Ah, eu tenho com quem conseguir os fios de cobre, pilhas e aquelas “garrinhas” P: As “boquinhas de jacaré”? A1: Sim, sim. P: Está tudo tranquilo então? A4: Nós vamos fazer, sim, a atividade (TRANSCRIÇÃO DE ÁUDIO, AULA DO DIA 18/09/2006).

Perante as condições em que os aprendizes se encontravam, obrigatoriamente teriam de estabelecer as redes de relações sociotécnicas, na recruta de novos aliados humanos e não-

humanos no sentido de suprirem as deficiências e ausências, propiciando o desenvolvimento de sua pesquisa.

Os dados coletados refletem como a estrutura física da Universidade, bem como a das escolas onde os aprendizes desenvolveram suas propostas educacionais em Ensino de Física, são precárias. A falta de investimentos em estruturas físicas para pesquisa em Ensino de Física se refletiu nas práticas dos aprendizes nas escolas. Nesse caso, a necessidade de investimentos diz respeito ao espaço físico para laboratório de Física e de Informática, bem como de materiais e instrumentos em pleno funcionamento e de pessoas capacitadas para manutenção. Já na Universidade há necessidade de espaço físico e materiais para a realização das atividades práticas e atividades teórico-experimentais; de computadores para os aprendizes trabalharem com simulações computacionais no ensino-aprendizagem da Física e a disponibilidade de objetos técnicos, em pleno funcionamento, para o trabalho dos aprendizes nas escolas, ou seja, estruturas físicas necessárias à formação da concepção de Ciência em construção.

Mesmo diante de poucas estruturas disponíveis na Universidade e nas escolas, os dados mostram o esforço e o interesse dos aprendizes em “fazer diferente”. A seguir, encontra-se a reflexão de um dos aprendizes que desenvolveu a atividade teórico-experimental utilizando o multímetro:

A dificuldade que se apresentava nessa aula era que, como só pude dispor de dois multímetros (visto que esses aparelhos são caros e não há verbas para que possamos comprá-los), tive que fazer duas equipes, cada uma com mais de 15 alunos! O meu receio era de que os alunos conversassem a respeito de outros assuntos, não aqueles referentes a aula, ou brincassem ao invés de fazer a atividade. Tudo ocorreu bem. Os alunos apreciaram a atividade teórico-experimental, até porque eles ainda não conheciam um multímetro, e, nunca tiveram a oportunidade de manuseá-lo até então. Essa aula despertou o interesse nos alunos em aprender, pois mostraram-se interessados e participativos. [...] Hoje a aula foi uma atividade teórico-experimental. Os alunos mediram a corrente que passava na espira e calcularam o campo magnético [...] Os alunos gostaram da atividade, tiveram o interesse em aprender, não fizeram bagunça durante a aula. [...] Alguns alunos pegaram as baterias do celular e queriam que eu ensinasse a medir a voltagem. Eles queriam ver se “dava certo” [...] Os alunos estavam a vontade para fazer perguntas e queriam saber sobre muitas outras coisas (DIÁRIO DE CAMPO, AULA DO DIA 19/09/2006) (TEXTO ESCRITO DO APRENDIZ - A4, 28/11/2006).

Nos dados coletados, observa-se que diante das inúmeras dificuldades de trabalho que o programa educacional enfrenta na formação de professores, os envolvidos passam a desenvolver práticas de negociação (VENTURA, 2001). Tais práticas estão envolvidas na obtenção de recursos para a construção de conhecimentos científico-educacionais. O que mostra a dificuldade de se construir com as condições materiais que se têm a “Educação como Prática da Liberdade”.

Cabe ressaltar que a construção do conhecimento é um processo coletivo e colaborativo, e está imbricado em uma rede de interesses. Por este motivo, o estudo da disseminação dos interesses considerando o Modelo de Tradução proposto por Latour (1990), poderia ter começado em qualquer ponto da rede, não necessariamente no ponto em que os aprendizes estão inseridos, permitindo-nos a todo momento compreender os interesses em determinado ponto.

Assim, como os aprendizes buscavam constantemente a satisfação de seus interesses mediante negociações, a professora e pesquisadora também buscava os seus interesses, de maneira colaborativa, pois conhecia a sistematização crítico-reflexiva do aprendiz envolvido no processo de construção de conhecimentos científico-educacionais. Diante disso, reformulava constantemente os seus planejamentos e a organização didática, o que resultava na reformulação das concepções pré-estabelecidas dos aprendizes relacionados à construção de suas propostas educacionais, promovendo a criticidade.

Todavia, estabelecer os interesses envolvidos na prática da pesquisa não se torna suficiente para explicar de fato às práticas cotidianas da pesquisa (CALLON, 1989; PICKERING, 1992). Contudo, conhecer os interesses envolvidos na elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais contribui para o estabelecimento de possibilidades e limites; o auxílio do planejamento e da ação; a promoção de estratégias didático-metodológicas, no intuito de possibilitar uma visão crítica do envolvido.

É justamente nesse cenário de desenvolvimento que Latour (1990) descreve o Modelo de como o conhecimento é construído em nossa sociedade contemporânea. Nesse, a propagação do conhecimento é descrita a partir de uma série de interesses e de negociações, a partir das quais às pessoas se relacionam permitindo ou interrompendo a disseminação de tal conhecimento.

A construção de conhecimentos na formação de educadores está na promoção da reflexão crítica, na formação de visões de mundo mais integradas para a intervenção social e política na tomada de decisões, por permitir um diagnóstico da situação e a mudança nas práticas educacionais para a solução de problemas. Essas práticas necessitam, e ao mesmo tempo só são possíveis, se o trabalho estiver atrelado a uma concepção de pesquisa como princípio formativo, educativo e de trabalho.

Portanto, na continuidade do estudo, é apresentada no capítulo 4 a discussão da formação de professores de CNMT/Física em rede sociotécnica. Esse estudo parte de algumas inferências a partir da análise da elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais, buscando congruências entre a formação de professores de CNMT/Física e a rede sociotécnica, visando assim contribuir diretamente com o “núcleo duro” do programa educacional.

4. A BUSCA DE CONGRUÊNCIAS ENTRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA E A REDE SOCIOTÉCNICA

Feitas as reflexões até o momento, este capítulo consiste em buscar congruências entre a rede de relações sociotécnicas e a formação de professores de CNMT/Física no programa educacional, apontando os avanços e os limites. Para isto, são apresentadas algumas inferências a partir da análise da Ciência em Ação e do Modelo de Tradução no programa educacional. Busca-se apontar elementos articuladores da concepção de Ciência em construção veiculada no programa educacional, no sentido de contribuir diretamente e fortalecer seu “núcleo duro”. Alguns dos elementos articuladores discutidos nesse capítulo referem-se aos pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos da Ciência em construção; ao trabalho coletivo e colaborativo, envolvido e necessário no processo de Ciência em construção; às implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente no processo de Ciência em construção; à investigação-ação educacional de vertente emancipatória em rede sociotécnica; as estruturas materiais no processo de Ciência em construção e à discussão de outros elementos articuladores no processo de Ciência em construção. Na seqüência, discute-se o ponto de interface de dois campos: da Física e da Educação – o encontro das duas culturas para o estabelecimento da terceira, o Ensino de Física.

4.1 INFERÊNCIAS A PARTIR DA ANÁLISE DA CIÊNCIA EM AÇÃO E DO MODELO DE TRADUÇÃO, NO PROGRAMA EDUCACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA

A partir da análise da Ciência em Ação e do Modelo de Tradução, considerando cinco dos aspectos constitutivos das relações sociotécnicas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional discutidos no capítulo anterior: os objetos técnicos; a observação direta e a observação da própria prática educacional; o artigo científico e os interesses envolvidos no processo de pesquisa foram possíveis apontar congruências entre elementos envolvidos na formação de professores de CNMT/Física e a rede sociotécnica. Nesse sentido, as inferências referem-se às possibilidades e aos limites encontrados nos elementos articuladores para a concepção de Ciência em construção, que é veiculada no programa educacional; nos pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos para a Ciência em construção em uma rede sociotécnica e no trabalho com a terceira cultura: o Ensino de Física. Tais inferências são apresentadas e discutidas a seguir, no sentido de contribuir e fortalecer o “núcleo duro” do programa educacional de formação de professores de CNMT/Física.

4.2 ELEMENTOS ARTICULADORES NA CONCEPÇÃO DE CIÊNCIA EM CONSTRUÇÃO

Latour (2001) compara o trabalho da construção de conhecimentos científicos ao *Sistema Circulatório* do corpo humano. Para ele, não faz o menor sentido perguntar-se apenas pelo “coração da Ciência”, mas por todo seu conjunto, o seu vasto e denso sistema de redes e capilaridades. Do mesmo modo que no sistema circulatório humano, não faz sentido perguntar se, em essência, ele é coração ou veias e artérias. Nas Ciências, não devemos nos

deter apenas na sua rede de conceitos ou no contexto social, o que acaba por conceber que o conhecimento científico produzido se dá tanto pela prática externa quanto da interna dos laboratórios.

Se a Ciência como fato, pronta e acabada, possui certeza e objetividade, a prática da pesquisa, como frisa Latour (1990), no seu *locus*, apresenta características opostas às da Ciência pronta, pois é incerta, aberta, e está sempre cercada de problemas "insignificantes" como dinheiro, instrumentos, capacidade técnica, sendo incapaz de fazer distinções de natureza objetiva. A prática da pesquisa não prospera desvinculada do coletivo, porque, na essência é uma grande experimentação coletiva que envolvem humanos e não-humanos, num processo cujo significado é sempre controverso. A Ciência pronta, porém, não se revela, embora, como se vê, esteja impregnada de decisões.

Sob essa ótica, a prática desempenhada pelos aprendizes de professor e de pesquisador em Ensino de Física, na construção de conhecimentos científico-educacionais é uma prática de pesquisa cujo conhecimento está em pleno processo de construção, que passa por processos sucessivos de controvérsias até que esteja completamente “estabilizado”. O conhecimento já “estabilizado” é conhecido como Ciência – fato (LATOUR, 1990). E, se um fato “é algo que é retirado do centro das controvérsias” (LATOUR, 1990), a problematização de conceitos e práticas no programa educacional compreende o questionamento de conhecimentos veiculados à discussão em espaços de ensino-aprendizagem. Isso faz com que se chegue à conclusão de que a problematização de conceitos e práticas dentro do programa educacional, compreende procedimentos para a construção de conhecimentos científico-educacionais, pois engloba o processo de ensino-aprendizagem do SER professor e pesquisador, em Ensino de Física.

Logo, se no programa educacional de formação de professores de CNMT/Física o que se faz é Ciência com base em pressupostos latourianos, então, o produto desse processo é o

conhecimento científico-educacional via exame da própria prática educacional. A seguir se discutem os elementos articuladores presentes na concepção de Ciência em construção no programa educacional.

4.2.1 Pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos

A concepção de Ciência em construção no programa é demarcada pela interface Universidade-escola na produção/criação objetiva, subjetiva e social de conhecimentos científico-educacionais imbricadas em uma rede sociotécnica. Para tanto, a produção/criação de conhecimentos envolve pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos, à concepção de Ciência em construção em uma rede sociotécnica. Assim, a capacidade de articular o que ainda é ficção, com conhecimentos já estabilizados em leis e teorias, retrata o caminho que a Ciência cria para sua própria cientificidade – uma prática vivida pelos aprendizes. O fato dos mesmos sistematizarem uma teoria nascida da própria prática planejada e vivida, revelou uma rede sociotécnica tecida com conhecimentos técnicos da Física e com conhecimentos da Didática e Prática de Ensino (Educação), que demarcam o campo do Ensino de Física. O estabelecimento dessas redes de conhecimento, na formação de professores, supera os limites da prática individual do professor, pois implica em ações cada vez mais colaborativas.

Para compreender o caos onde reinam as redes estabelecidas pelas intensas relações sociotécnicas da produção de conhecimentos científico-educacionais, vê-se, como um avanço nesse trabalho, interligar os pressupostos da investigação-ação e da abordagem etnográfica à *grounded theory* de Anselm Strauss (1967 e 1990). Tais pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos permitem estabelecer um princípio organizador capaz de entender e interpretar o que acontece em determinada rede.

Primeiramente, com relação à coleta e a análise dos dados no processo de construção de conhecimentos científico-educacionais no programa, a investigação-ação educacional interligada à abordagem etnografia e à *grounded theory*, tornou possível a delimitação e a identificação do objeto de pesquisa, pois o processo desenvolvido é analisado como cultura. Nesse sentido, assim como procedeu a autora nesse trabalho, para compreender os *nós* e as *malhas* estendidas pelas relações sociotécnicas, aponta-se para a incorporação desses pressupostos teóricos, metodológicos e epistemológicos como proposição metodológica ao programa educacional, haja vista sua regência em uma rede sociotécnica. O enfoque dessa abordagem aplica-se para algumas ações no programa como: no momento da observação direta das práticas educacionais em Física e na observação da própria prática educacional; na sistematização e análise de dados; e no desenvolvimento de teorias.

Quando se refere à utilização de tais procedimentos dessa abordagem para o momento da observação direta das práticas educacionais em Física, bem como da própria prática educacional, está-se cogitando que se passe a considerar criteriosamente os roteiros sugeridos por Mion (2002), para a “observação direta da turma” escolhida e o roteiro para a “coleta de dados”. Assim, para o momento da confecção de ambos os registros dos dados (informações sobre as práticas), além do uso do roteiro de Mion (2002), é relevante considerar os pressupostos da abordagem etnográfica, latouriana, em sua descrição detalhada, do universo social e cultural, para tirar dele os seus significados. Tais significados são guiados pelas concepções científico-educacionais de cada proposta educacional desenvolvida.

Já, em relação à prática de sistematização dos dados para a análise dos mesmos, além do uso do roteiro de Mion (2002) para a “análise dos dados”, associa-lo aos pressupostos de Strauss (1967 e 1990), em seus procedimentos de “codificação aberta”, “codificação axial” e “codificação seletiva” o que permite uma análise sistemática aos investigadores, fornecendo procedimentos para analisar os dados para o desenvolvimento de teorias.

Nesse aspecto, tanto a professora e pesquisadora do programa pode se beneficiar dessa abordagem teórica, metodológica e epistemológica, quanto os aprendizes, pois a utilização dessa abordagem pela professora e pesquisadora, está no sentido de estabelecer as recorrências e as singularidades, de cada rede menor, em que se encontram inseridos os aprendizes de cada temática. Isto contribui, para estabelecer possibilidades e limites em sua própria prática na formação de professores. E, a utilização da abordagem, pelos aprendizes, está no sentido de estabelecer teoria fundamentada na própria prática educacional.

Contudo, tal abordagem permite colocar em primeira instância, o ensino-aprendizado da Ciência. Isto permite interligar outros mecanismos e outros processos para a construção, apropriação, transferência e utilização dos conhecimentos científico-educacionais, bem como os fatores que afetam e modificam tais processos.

4.2.2. O Trabalho coletivo e colaborativo

Num segundo momento, para se estabelecer redes de conhecimento, na construção de conhecimentos científico-educacionais, tem-se a necessidade de superar os limites da prática individual pelo trabalho cada vez mais colaborativo, no programa. O trabalho envolve, por sua vez, promover discussões sistemáticas entre os envolvidos, no processo da Ciência em construção. As discussões referem-se ao estudo sistemático dos dados coletados, registrados pelos aprendizes da experiência vivida – momento de reflexão. O trabalho em rede sociotécnica caracteriza-se como um trabalho colaborativo, à medida em que os envolvidos transitam pelas concepções científico-educacionais em que o programa educacional se baseia e começam a obter instrumentos de reflexão crítica sobre o seu papel como professores e pesquisadores. Assim, passam a estabelecer as relações sociotécnicas para o desenvolvimento

de propostas em Ensino de Física. Essa colaboração mútua na produção de conhecimentos científico-educacionais, porém, mostrou-se frágil.

O ato colaborativo no programa resumiu-se apenas à professora e pesquisadora da turma e os aprendizes. Os mesmos não promoviam discussões sistemáticas entre si, o que reduzia o momento reflexivo da espiral de ciclos (LEWIN, 1946), em leituras descritivas da prática educacional. Tal atitude prejudicava os aprendizes, deixando de propiciar-lhes instrumentos de reflexão crítica. Acredita-se que isso se deva à não incorporação das concepções científico-educacionais estudadas na primeira fase do programa e ainda, à concepção de educação bancária que têm – concepção de educação que herdaram.

O estudo das reflexões realizadas semanalmente pela rede maior, colaborativamente, permite com que os aprendizes compreendam suas pesquisas e as pesquisas de seus colegas, promovendo fluxos, circulações, alianças com outros *nós* da rede, como também possibilita que os mesmos se compreendam como peças fundamentais para mudar o atual estado da escolarização.

Contudo, para tornar-se um profissional da Educação é necessário o aprendiz submeter-se ao longo do período de sua formação a um verdadeiro processo de (re) construção do *self* (STRAUSS, 1990), ocorrendo uma espécie de conversão identitária que consistirá em transformar a si mesmo e a incorporar um novo conjunto de idéias, concepções e valores a respeito do seu novo papel que deverá ser desempenhado. Strauss (1990) concebe a identidade como processo dinâmico. O autor não separa a identidade individual da coletiva, pois é o processo de interação entre a esfera individual e as estruturas sociais que colabora para delinear, formar ou estabelecer a identidade. Uma pessoa se identifica com determinado grupo, porque apresenta características em comuns a ele. Para Strauss (1990):

É exatamente essa necessidade contínua de reavaliação que permite que a vida humana se renove. Se as expectativas fossem satisfeitas sempre – se as situações e os eventos presentes fossem exatamente como as experiências passadas os antecipam – então a ação seria totalmente ritualísticas e as concepções, eternamente estáticas. Na verdade a inovação repousa em situações ambíguas, confusas e não definidas in totum. Da ambigüidade nasce o desafio e a descoberta de valores novos [...] (p. 44).

Ainda, em relação à colaboração na rede, esta restringiu-se apenas entre os *nós*, pois em um único momento dentro do programa se estabeleceu colaboração mútua entre toda a rede maior, agrupando as redes menores. Esse momento colaborativo deixou de se resumir apenas à professora e pesquisadora da turma e os aprendizes. Tal momento concretizou-se da seguinte maneira: todos os aprendizes, tendo cada qual já realizado a *reconstrução racional da prática vivida* (análise crítica sobre as informações coletadas da experiência vivida – dos dados referentes ao seu laboratório de atuação), colocaram no centro das controvérsias a prática educativa realizada, por problematizarem e validarem seus dados de maneira dialógica – momento de confronto, concordância e discordância em torno do objeto da pesquisa.

Contudo, apenas um único momento de colaboração mútua entre todos os envolvidos na rede sociotécnica, levando em consideração que esta rede trabalhou diretamente para a incorporação da cultura científica e tecnológica, é muito pouco. Assim, vê-se como necessário um tempo maior para momentos de discussões colaborativas, para que os aprendizes possam sistematizar os conhecimentos que estão sendo produzidos, adquirindo uma consciência crítico-reflexiva mesmo durante o processo construtivo do conhecimento, ao invés de isso ocorrer apenas ao final de todo o processo. Percebeu-se que, devido às discussões realizadas colaborativamente do texto produzido da *reconstrução racional da prática vivida*, os aprendizes reconheceram seus equívocos, limitações e que estavam produzindo conhecimentos científico-educacionais.

Também, se denota para o programa uma reestruturação no estudo das concepções científico-educacionais na disciplina de MPEF – I. A reestruturação estaria em destinar um

tempo maior para o aprendiz consolidar a incorporação de conceitos que o programa abrange, bem como a promoção de estratégias para avaliar a incorporação de tais concepções. Esses procedimentos podem permitir que, no momento da reflexão da prática vivida, na disciplina de MPEF – II, ocorram discussões colaborativas entre os aprendizes, deixando de se deter apenas entre a professora e pesquisadora da turma (que domina as concepções científico-educacionais do programa) e o aprendiz.

Outro elemento articulador na concepção de Ciência em construção foi o diálogo freiriano, que se tornou um dos meios para a interação entre o grupo nos *nós*. Nesse sentido, foi possível aos aprendizes, socializarem em seu *nó* sua própria proposta educacional e estabelecer as *malhas* do conhecimento, buscando seus interesses, trazendo assim todo o momento, novos elementos para dentro da rede, no sentido de contribuir diretamente para o desenvolvimento de sua proposta educacional.

Vale lembrar que o desenvolvimento de propostas educacionais em Ensino de Física foi desenvolvido dentro de cada laboratório, no caso, a sala de aula. Nesse aspecto, como cada *nó* estabeleceu-se em grupos de aprendizes, cada aprendiz era responsável pelo seu laboratório e conseqüentemente cada *nó*, pois havia laboratórios correspondentes ao número de aprendizes de professores e pesquisadores.

4.2.3 As implicações da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Num terceiro momento, objetiva-se que o processo de Ciência em construção permita aos envolvidos, posicionamento frente às questões de ordem científica, tecnológica, social e ambiental por meio da criticidade. Para isto, porém, vê-se também como necessário dentro do programa, um posicionamento do aprendiz atrelado à necessidade da incorporação da cultura científica e tecnológica. Para isto, discussões referentes às implicações da relação CTSA

inserem-se como apontamentos para um posicionamento democrático e que, ao mesmo tempo, necessitam de estudos sistemáticos e a incorporação de referenciais adequados. Os apontamentos se sucedem, pois o trabalho com as implicações CTSA, no ensino-aprendizagem da Física mostrou-se falho.

As discussões dos aprendizes na fase de ação nas escolas, em relação a tais implicações, limitaram-se apenas aos objetos técnicos estudados. Nesse aspecto, é necessário, portanto, efetivar um estudo epistemológico sistemático, dessas implicações e ainda estudar um momento metodológico adequado para esse estudo, no desenvolvimento das atividades educacionais em Física, realizadas nas escolas.

Quando se refere efetivar um estudo das implicações CTSA, isto significa primeiramente implementá-la à proposta curricular político-pedagógica do curso de Licenciatura em Física. Assim, acredita-se ser necessário instituir no curso de Licenciatura em Física uma disciplina que, com a nomenclatura CTSA ou não possibilitasse aos licenciandos discussões em torno do conhecimento que estão adquirindo, enfatizando a relação existente entre os conhecimentos as influências que sofrem e determinam, tanto no contexto científico-tecnológico, quanto no social.

Como reformas curriculares, costumam ser burocráticas e requerem tempo para concretizar mudanças, aponta-se como estratégia de trabalho para o programa educacional, incorporar os estudos CTSA, já a partir da primeira fase do programa – disciplina de MPEF – I. Nela, o estudo dessas implicações podem ser incorporados à ementa do programa, juntamente com o estudo das concepções científico-educacionais referentes à Física, à Educação, ao Ensino de Física e à situação educacional brasileira em Ciência e Tecnologia. Isto envolve fundir discussões às questões cotidianas e estabelecer as redes de relações sociotécnicas sobre o objeto em estudo.

Outra estratégia está no estudo das implicações da relação CTSA na segunda fase do programa – disciplina de MPEF – II. Nela, enquanto o aprendiz sistematiza a elaboração de sua proposta educacional para o Ensino de Física via investigação das práticas educacionais em Ensino de Física, estuda as implicações da relação CTSA referentes ao ambiente investigado, juntamente com o grupo que constitui o *nó* da sua rede na Universidade, sob a orientação da professora e pesquisadora da turma. Isto abre possibilidades para a intervenção da discussão das implicações CTSA na elaboração de propostas educacionais, como também em toda a fase de seu desenvolvimento, o que deixa de limitar o estudo aos elementos não-humanos (objetos técnicos).

Em relação ao estudo de um momento metodológico adequado para o trabalho com as implicações CTSA, está-se direcionado à fase de ação dos aprendizes nas escolas. Vê-se como necessário para o programa, o estudo de um “momento pedagógico” apropriado para tal discussão, pois a fase de ação dos aprendizes é guiada pelos “Três Momentos Pedagógicos” (DELIZOICOV & ANGOTTI, 1992). Isso denota que a discussão das implicações CTSA passaria a ocupar um tempo necessário para sua sistematização e compreensão, juntamente com o conteúdo no qual se está trabalhando.

Trabalhar nas perspectivas apontadas propõe a solução de duas grandes situações-problemáticas: das implicações CTSA deixarem de serem mencionadas apenas de maneira informativa pelos aprendizes e de uma organização metodológica apropriada para seu estudo durante uma aula.

4.2.4 A investigação-ação educacional de vertente emancipatória

O quarto momento está direcionado à possibilidade da investigação-ação educacional de vertente emancipatória, atuar como elemento articulador no processo de Ciência em

construção. Essa concepção de pesquisa quando direcionada ao tratamento de sistemas complexos e abertos, no caso específico desse trabalho, de uma rede sociotécnica, tornou-se elemento articulador no processo de Ciência em construção. Sua característica fundante está no fato de, como concepção de pesquisa, enquanto analisa, também reflete e propõe novas ações e reorientações para o objeto em estudo.

Em um processo de investigação-ação, os aprendizes são ensinados e instrumentalizados a construir conhecimentos científico-educacionais via reflexões sobre observações de sua própria prática. Tais reflexões possibilitou-lhes colocarem, no centro das controvérsias, sob a ótica de suas teorias-guia, o conhecimento ainda em plena construção. Essas práticas tornaram possível o estabelecimento das *malhas*, para buscarem recursos espalhados pelos *nós* da rede. Assim, toda a prática desenvolvida pelos aprendizes de professor e de pesquisador, estabeleceu uma rede de conhecimentos em plena construção, ou seja, por meio da investigação da própria prática, se construiu conhecimentos, por expandir pequenas redes (concentradas em seus *nós*) à uma rede maior – uma comunidade de aprendizagem (investigadores ativos).

Como as concepções de Educação e Educação Científica e Tecnológica convergem para estabelecer a concepção de Conhecimento que também converge para concepção de Pesquisa, veiculada no programa, todas convergiram para a compreensão do processo de Ciência em construção – o sentido de compreender, incorporar e conduzir o processo construtivo da Ciência. O processo é dialético, pois em seu contexto, a análise retrospectiva e o planejamento da ação prospectiva, promovem a construção do conhecimento e, por isso, Ciência em construção. Essa dialeticidade entre o entendimento retrospectivo e a ação prospectiva – dentro de um contexto de investigação-ação educacional de vertente emancipatória, pode ser entendida como uma rede sociotécnica de investigadores críticos-reflexivos. Isto ocorre justamente pela investigação-ação não ser construída em um patamar

individual, sendo um processo coletivo e colaborativo, que requer o trabalho em parceria com elementos humanos e não-humanos. Ainda, a IAE de vertente emancipatória inseriu-se como elemento articulador no processo de Ciência em construção, devido às práticas de pesquisa terem sido realizadas em seus momentos de planejamento, ação, observação e reflexão. Viver esses momentos da espiral de ciclos (LEWIN, 1946), permite ao mesmo tempo em que se interpretam as práticas desenvolvidas, seja possível segui-las, pelas intensas redes de relações sociotécnicas, formadas pelas práticas dos que produzem conhecimentos científico-educacionais.

O processo construtivo da Ciência, no processo de IAE, passa a ocorrer, principalmente, porque os aprendizes fazem, constroem e vivem o processo reflexivo (MION, 1996). O momento caracteriza-se pelo retrospecto da prática desenvolvida, apontando estratégias para práticas seguintes. Essa propensão dos seres humanos, em julgar seus próprios atos, pode ser retratada pelo *self*, que se torna seu próprio objeto. Segundo Strauss (1990) “Uma pessoa que está julgando o ato de alguém o está fazendo como “sujeito”. O ato ou pessoa que está sendo julgado é um “objeto”. Qualquer indivíduo pode ser as duas coisas ao mesmo tempo: depois que agiu, pode fazer que seu ato seja objeto de exame” (p. 50). Isto é, o refletir sobre sua própria prática vivida.

É no momento reflexivo, em forma de espiral que inicia-se as primeiras sistematizações contundentes da pesquisa. Entretanto, poucos foram os momentos em que os equívocos cometidos pelos aprendizes, foram sistematizados na fase de reflexão e deixaram de aparecer em práticas seguintes. Acredita-se, que isso ocorria, devido à não incorporação das concepções científico-educacionais pelos mesmos. Na ausência da incorporação desses conhecimentos, os aprendizes deixavam de considerar os momentos da espiral de ciclos, direcionando-se apenas ao momento de planejamento e ação, dificultando o momento de trabalho colaborativo na rede, como também a leitura crítica dos dados coletados. Acredita-se

que os mesmos procedimentos de trabalho, enfatizados para a colaboração mútua, em rede, aplicam-se para este aspecto.

Contudo, aponta-se para que a Ciência em construção possa contribuir, ao favorecer conhecimentos, para a compreensão da realidade das práticas educacionais, em Ensino de Física, com vistas à sua transformação. Isto envolve uma atividade científica, em plena negociação, enfocando critérios de relevância, critérios de prova e de verdade, recursos financeiros e autoridade de poder na rede, conduzindo à construção científica tanto pelo lado interno, quanto pelo lado externo da rede. Tais aspectos somente tornam-se possíveis, quando o trabalho desenvolvido está conectado aos ambientes social, cultural ou econômico. Isso denota que esse trabalho de pesquisa realizado pela autora (aprendiz de pesquisadora), e as práticas desenvolvidas pelos aprendizes de professor e de pesquisador na construção de conhecimentos científico-educacionais, em momento algum, estiveram apartadas de tais ambientes. Esta inferência corrobora com as idéias de Bruno Latour (1990 e 1994), de que a Ciência seja vista como uma causa e/ou efeito de uma rede de materiais heterogêneos, incluindo instituições sociais, professores, máquinas, agentes, organizações e ambiente.

4.2.5 Estruturas Materiais

O quinto elemento que dificultou a articulação com o processo de Ciência em construção, esteve direcionado aos ambientes e aos materiais disponibilizados nas escolas e na Universidade. Como a elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais, em Ensino de Física, são regidos em uma rede sociotécnica, tanto nas escolas envolvidas como na Universidade, a disponibilidade de recursos adequados para a construção de conhecimentos científico-educacionais, era escassa e/ou inexistente.

Diante desse estudo, pode-se afirmar que a Ciência é modelada, num ambiente de permanentes práticas de negociações, de disputas, de busca pelos interesses, na recruta de

aliados e que também envolve práticas na busca de recursos. E, quando se refere à formação de professores e de pesquisadores, não se pode deixar de lado a questão dos recursos materiais e/ou financeiros, pois a prática educacional desempenhada na rede de relações sociotécnicas, é diretamente proporcional ao tamanho de recursos disponibilizados.

O trabalho desenvolvido no programa educacional, incorpora características de uma rede sociotécnica, onde a interdependência entre os envolvidos torna-se fator de relevância na construção de conhecimentos científico-educacionais, e ainda coloca o aprendiz diante de situações adversas e desafiadoras, mostrando-o a realidade do ambiente de ensino-aprendizagem. Destaca ainda, que sua própria prática será fundante, não apenas para a sistematização de conteúdos formais da Física, usualmente presentes nas escolas, mas que também exigirá dele atitudes e ações para modificar a realidade presente. Seu trabalho desenvolvido na Universidade está intimamente interligado à escola, pois todas as ações são voltadas à própria ação na escola. Donde se pode concluir que existe uma relação direta entre o tamanho do recrutamento externo de recursos e a quantidade de trabalho que pode ser feito dentro do laboratório. Assim sendo, trabalhar na construção de conhecimentos conectados diretamente à realidade dos envolvidos, implica em estruturas adequadas para o trabalho.

Na Universidade, os investimentos necessários implicam em instituir espaços destinados à construção de conhecimentos científico-educacionais. Para isto, é necessário disponibilizar aos aprendizes materiais para esse tipo de trabalho: objetos técnicos em pleno funcionamento, como também instrumentos de laboratório para realizar de atividades práticas e teórico-experimentais; computadores para trabalhar com simulações computacionais no ensino-aprendizagem da Física; a disponibilidade de publicações direcionadas à formação de professores e para o Ensino de Física. Ainda, pessoal capacitado para a manutenção de tais espaços, bem como ajuda de custos para a locomoção dos aprendizes às escolas, chegaria próximo ao ideal.

Tal investimento, na Universidade, possibilita que o trabalho no programa tenha condições de continuidade, pois o ideal seria que os investimentos também chegassem às escolas. Esses investimentos envolveriam espaços destinados ao laboratório de Física com equipamentos para o trabalho, ao laboratório de Informática com uma quantidade de máquinas diretamente proporcional à quantidade de alunos nas salas de aula, o aumento da capacidade de referenciais bibliográficos nas bibliotecas, a manutenção constante desses espaços, bem como salários dignos para os professores, ou seja, meios para o desenvolvimento do processo de Ciência em construção.

O fato, porém, de os aprendizes construírem conhecimentos científico-educacionais baseados na própria realidade mesmo sem o devido suporte, possibilitou fornecer-lhes modelos, idéias e exemplares para o ensino-aprendizagem da Física. Desse modo, o programa educacional de formação de professores possibilita que na prática como professor o mesmo possa exercitar, readaptar e modificar tais práticas desenvolvidas durante sua formação inicial. Isso ocorre, pois o programa educacional não é estanque.

4.2.6 Outros elementos articuladores

Gradativamente, com a elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais se estabelecem redes de conhecimento. Isto se torna possível na medida em que o aprendiz passa a questionar e problematizar teorias, já estabilizadas, e as utiliza para construir outras mediações.

Entretanto, quando se olha para a rede de relações sociotécnicas estabelecida via programa educacional, nota-se a presença de alguns obstáculos que, de uma forma ou de outra, dificultaram a efetivação da concepção de Ciência em construção. A fragilidade dos aprendizes, referente aos conhecimentos oriundos das Ciências Físicas e da Educação,

caracterizou-se como um obstáculo. Essa deficiência tornou-se um fator complicador para a efetivação da concepção de Ciência em construção, impossibilitando em alguns dos momentos aos aprendizes viverem com duas vozes que falavam ao mesmo tempo, uma sobre a Ciência em construção e outra sobre a Ciência acabada.

Nesse sentido, para que os aprendizes convivam com essas duas vozes da Ciência, durante a fase de ação nas escolas, aponta-se para uma reestruturação, no “roteiro para coleta de dados”, de Mion (2002). Vê-se necessário, incorporar, ao registro da prática educativa, um tópico correspondente ao ‘conteúdo trabalhado’ e ‘como o conteúdo foi desenvolvido’. Ambos os tópicos encontram-se presentes no “roteiro para observação direta” de Mion (2002) do ambiente das práticas educacionais em Física. Tal sugestão denota uma pequena reestruturação no roteiro da fase de ação. Essa pequena mudança permite que o processo de Ciência em construção, esteja caracterizado nos registros confeccionados pelos aprendizes, visto que os registros atuam como fluxos das redes sociais, isto é, como canais que permitem a circulação de informações, conhecimento e valores do que se pesquisa.

Assim, por mais que o “núcleo duro” do programa educacional abarque seu viés nas concepções de Educação, de Educação Científica e Tecnológica, de Conhecimento e Pesquisa, ainda é necessário promover uma interlocução mais abrangente, em relação às concepções científico-educacionais com as quais os aprendizes trabalham. A maioria dos conhecimentos científico-educacionais, produzidos pelos aprendizes, restringiram-se à concepção de Educação como Prática da Liberdade (FREIRE, 1983), o que denota um enfoque maior nas concepções de Educação Científica e Tecnológica, de Conhecimento e Pesquisa, como também, por incorporar pesquisas já realizadas dentro do programa, à formação de professores e pesquisadores em Ensino de Física.

4.3 A REDE SOCIOTÉCNICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CNMT/FÍSICA

A pluralidade de caminhos trilhados, a partir do programa educacional, permitiu delinear as relações sociotécnicas estabelecidas durante o processo formativo do aprendiz. Assim, foram estabelecidos os *nós* da rede pelo grupo de aprendizes em processo de formação, mediante a investigação direta, guiados pelas respectivas temáticas do campo das CNMT/Física. É a partir dos *nós*, que emerge a funcionalidade das concepções teóricas trabalhadas. Os aprendizes (atores e autores) inseridos nos *nós* propagaram-se em rede, onde passaram a tecer suas *malhas* na sustentação de suas propostas educacionais em Ensino de Física.

Nesse aspecto, as controvérsias, a busca pela satisfação dos interesses no processo da pesquisa, as referências a outros documentos, o trabalho com elementos não-humanos e as negociações caracterizaram o processo construtivo do conhecimento científico-educacional. O papel da professora e pesquisadora da turma, além de estar presente na concretização dos *nós*, estava também na promoção da conexão e mantenedora da fluidez das relações sociotécnicas na rede.

Logo, os conhecimentos científico-educacionais produzidos são resultados de complexos sistemas de representação, extensas cadeias de seletividade, de negociações, controvérsias, envolvendo atores humanos e não-humanos. Assim, estabelecer a rede de relações sociotécnicas permite compreender as práticas de tradução, desvelando as conexões entre o mundo do laboratório (práticas educacionais em Ensino de Física) e o ambiente social que tais práticas abrangem.

Falar da formação de professores e de pesquisadores, em Ensino de Física e de suas necessidades e soluções, requer estabelecer uma rede sociotécnica onde, partindo dos *nós*, é possível compreender e entender suas conexões, caminhando entre aspectos do cognitivo e do social, do interno e do externo ou, em qualquer formulação decorrente de combinações entre

essas abordagens. Em suma, a formação dos que produzem conhecimentos científico-educacionais não é algo independente de posições teóricas, passíveis de soluções gerais, mas definitivamente é relacionada a uma visão de mundo e a determinada concepção de Ciência.

Na medida em que se passa a estabelecer toda a trama constitutiva da rede sociotécnica na concepção de Ciência em construção, revela-se uma cultura na formação de professores de CNMT/Física. E se detecta que essa cultura, comum entre os envolvidos, não está apenas em pressupostos da Educação, muito menos aliada aos pressupostos científicos da Física, mas atrelada a essas duas vertentes.

Todo este quadro propicia que o Ensino de Física seja composto de uma série de *nós* e *malhas*. Ainda se procura, porém, um *nó* maior que possibilite a articulação entre a Física e a Educação. Este *nó* seria frouxo até mesmo na área de atuação do que vem a ser o Ensino de Física. Poder-se-ia pensar: Ciências Humanas? Ciências Exatas? Pode-se, pois, afirmar que o Ensino de Física compõe-se por duas grandes áreas do conhecimento, mas que infelizmente ainda não se articulam entre si; o esforço está nessa junção, por estabelecer uma rede de práticas científicas por analisar todo o contexto do Ensino de Física.

Além disso, as tramas, o contexto, as relações sociotécnicas que constituíram esse processo de construção da prática de formação de professores de Ciências, têm um tripé nas áreas da Física, da Educação e do Ensino de Física que sustentam à formação de professores na rede. Nesse aspecto, remete-se ao estudo não apenas de duas culturas, uma da Física e outra da Educação, mas de um terceira cultura – a do Ensino de Física.

4.4 O ENSINO DE FÍSICA – A TERCEIRA CULTURA

A formação acadêmica, na área de Ciências Exatas e Naturais, dirige-se essencialmente à produção de resultados com o desenvolvimento de capacidades técnicas, experimentais ou de cálculo. Já, uma formação acadêmica direcionada às Ciências Humanas e Sociais dirige-se a lançar conceitos, resultados de uma nova interpretação (SCHWARTZMAN, 1997).

A demarcação entre Ciências Exatas e Naturais, de um lado, e Ciências Humanas e Sociais de outro, é na natureza do ambiente do campo em que se desenvolvem (SCHWARTZMAN, 1997), sendo que, o que as diferencia, são as redes estabelecidas pelos envolvidos – os atores humanos e não-humanos com os quais se efetivam as práticas de Tradução.

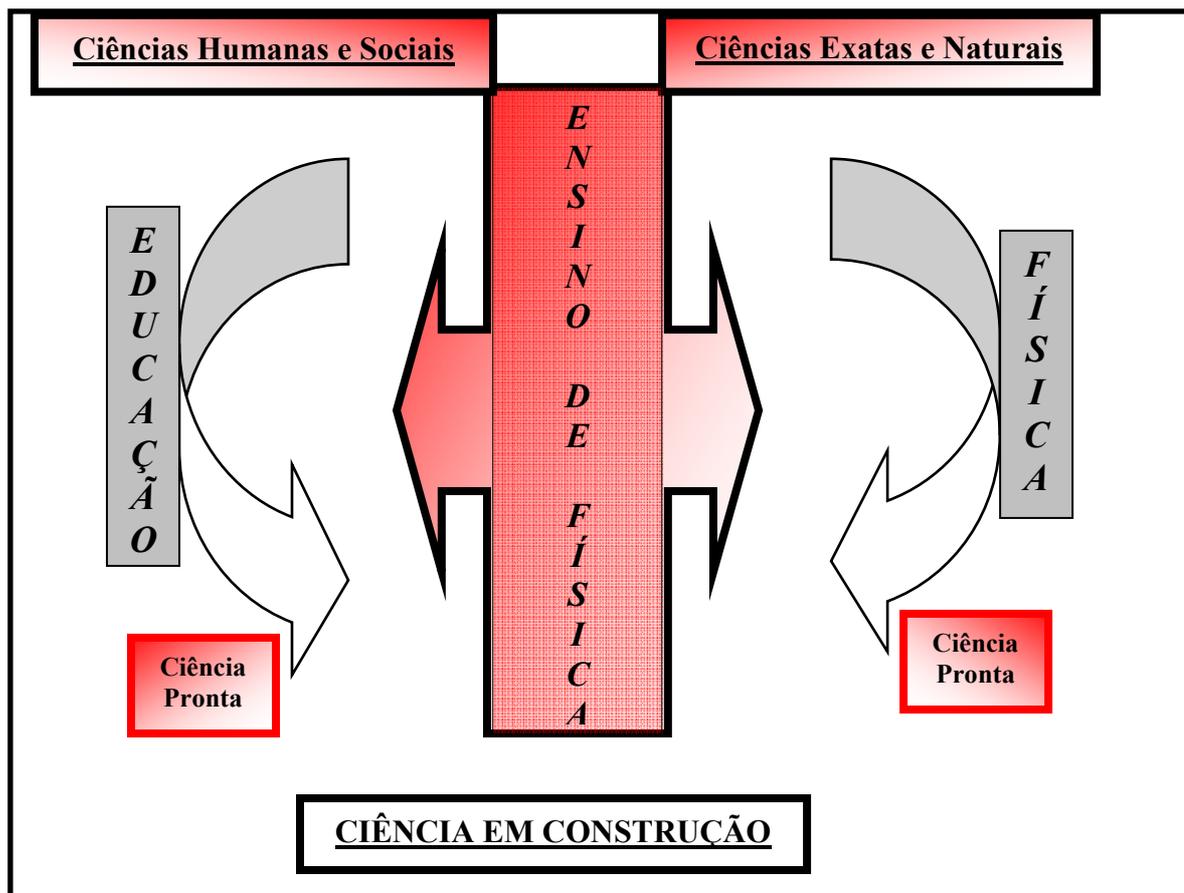
Segundo Schwartzman (1997), as Ciências Exatas e Naturais lograram se desenvolver em campos de diálogo relativamente fechados, com suas próprias linguagens, regras de retórica e operacionalidade. Assim, por muito tempo a sociedade contentou-se em respeitar e glorificar de longe os cientistas e em esperar com paciência pelas suas descobertas. O campo das Ciências Humanas e Sociais, porém, sempre teve um público externo mais evasivo por um lado, e um público interno muito mais restrito e menos consolidado por outro.

Tal contexto aproxima-se ao perigo que Snow (1995) afirma de duas culturas que não se comunicam entre si. “Numa época em que a Ciência determina grande parte de nosso destino, ou seja, se vivemos ou morremos, essa falta de comunicação é perigosa nos termos mais práticos” (p. 126). Nesse aspecto, tanto no campo das Ciências Exatas e Naturais como no campo das Ciências Humanas e Sociais, para entender todo esse caos em que reina a prática do fazer Ciência, basta segundo Latour (1990), estabelecer uma bela rede sociotécnica capaz de desvelar todo o caos que incorpora a prática científica, o que se pode duvidar das distinções comumente feitas entre as duas Ciências. Assim sendo, o foco deixa de centrar-se

apenas em um único campo do conhecimento, pois abarca um viés tanto nas Ciências Exatas quanto nas Ciências Humanas. A conjunção de dois campos até então distintos fornece uma outra linguagem com pressupostos próprios e implícitos, vocabulários, hierarquias e também regras de retórica – demarcação do próprio campo.

Para isto, pensar a educação em Física envolve uma formação que promova aos aprendizes, conciliarem a produção de conhecimentos, tanto nas áreas das Ciências Exatas e Naturais quanto das Ciências Humanas e Sociais. Embora aparentemente a conciliação possa parecer impossível, observou-se que o programa educacional em estudo, mesmo com suas limitações, vem trabalhando para promover uma formação apoiada em conhecimentos sólidos e atualizados em CNMT/Física; no engajamento em busca de novos conhecimentos em Ciência e Tecnologia; no desenvolvimento de atividades desmitificadoras, na incorporação da investigação constante, e ainda nas mais diferentes formas e objetivos de trabalho em ambas as áreas do conhecimento, o que denota uma terceira cultura.

No quadro a seguir encontra-se sistematizada o que se compreende como a terceira cultura:



O Ensino de Física está atrelado aos campos do pensamento e da criação, campos esses que caracteriza o ponto de fusão de duas áreas do conhecimento – da Física propriamente dita e da Educação, de duas culturas. Segundo Snow (1995), fechar o fosso entre as duas culturas é uma necessidade. Essa necessidade converge tanto no sentido intelectual, mais abstrato, quanto para o sentido mais prático. “Quando esses dois sentidos se desenvolvem separados, nenhuma sociedade é capaz de pensar com sabedoria” (p. 72). Ou seja, o conhecimento científico-educacional produzido no programa é o resultado dessa terceira cultura.

O trabalho desenvolvido pelos aprendizes no trabalho com a terceira cultura resultou em conhecimentos que envolveram estratégias para a solução de situações-limite. Essas, por sua vez, apontavam respostas para questionamentos como: a cultura do silêncio pode ser quebrada por meio da problematização de conceitos e práticas no Ensino de Física? Quais os desdobramentos, na prática educacional em Física, com a organização do ambiente de ensino-

aprendizagem em Física? Como provocar a participação dos alunos nas aulas de Termodinâmica tendo em vista a concepção freiriana de educação? As estratégias desenvolvidas no programa educacional como atividades educacionais, textos produzidos, conhecimentos veiculados, objetivavam demonstrar o caráter construtivo e transformativo da terceira cultura – o Ensino de Física.

Sabe-se, porém, que as mudanças na Educação não irão, por si sós, solucionar os problemas existentes, pois se tem conhecimento de que as mudanças na Educação não estão produzindo mudanças significativas. Mas, sem ao menos existirem pequenas mudanças, sequer será possível compreender quais são os problemas.

4.5 PROPOSTAS PARA ESTUDOS FUTUROS

Nesse momento, acredita-se ser propício enfatizar algumas propostas para estudos futuros que, possivelmente, indiquem caminhos para novas investigações para o programa educacional, e também para novas investigações em rede sociotécnica.

Primeiramente a distância geográfica muitas vezes tornou-se um complicador para a elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais. Esse complicador dificultava o contato direto da professora e pesquisadora com os aprendizes durante toda a fase da pesquisa, e ainda os privava das discussões extracurriculares em seu nó da rede e também a interações com outros membros da rede maior.

Destacam-se, assim, alguns princípios orientadores no sentido de construir estratégias didático-metodológicas condizentes com as concepções científico-educacionais que abrangem o programa. Para isto, acredita-se que investir nas potencialidades e limitações do uso de

ambientes virtuais de ensino-aprendizagem em rede, possibilite a colaboração dos envolvidos situados em laboratórios geograficamente distantes das redes onde atuam.

Diante dessa perspectiva para o programa, a autora e a professora e pesquisadora da turma, entraram em contato com o NUTEAD⁵⁰ – núcleo de tecnologia e educação aberta à distância, da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, solicitando a disponibilidade do portal educacional para o trabalho no programa educacional.

Destinado aos Professores da UEPG que trabalham nos cursos de Licenciaturas, em Educação à Distância, cogitou-se, junto aos responsáveis pelo ambiente NUTEAD, a utilização do portal, para centralizar e dinamizar as conexões de uma rede sociotécnica, via *internet*, tornando possível ampliar o programa de formação inicial e continuada de professores de CNMT/Física. Afirma-se de uma rede sociotécnica, pois, o portal se disponibilizará como suporte tecnológico para as relações entre os autores e atores (instituições, professores e pesquisadores, aprendizes de professor e de pesquisador, alunos...), e destes, com a própria tecnologia – o exemplo de uma rede sociotécnica.

Tudo indica que a implementação desse portal ocorrerá muito em breve no programa, atuando, porém, como complemento à formação inicial de professores de CNMT/Física. Isso denota a urgência de estudos relativos à utilização e a implementação das ferramentas síncronas e assíncronas do portal como: fórum, videoconferência, *chat*, a utilização de e-mail, quadro de avisos, notícias, bibliotecas, etc, bem como sua regência no programa.

Contudo, aponta-se que o portal do “Ambiente Colaborativo de Aprendizagem à Distância”, possibilite o suporte do compartilhamento de vertentes direcionadas ao projeto de pesquisa de cada aprendiz; que promova discussões referentes às situações problemáticas, emergentes, do cotidiano das práticas educacionais; que torne possível a discussão de métodos e técnicas para o processo de ensino-aprendizagem do aprendiz e de seus alunos; que passe a

⁵⁰ Esse núcleo trabalha com o **e-ProInfo** – Ambiente Colaborativo de Aprendizagem a Distância que foi desenvolvido baseado em tecnologia web pela Secretaria de Educação à Distância do Ministério da Educação em parceria com instituições de ensino.

acompanhar e discutir os registros feitos – diário de campo; que promova a discussão do momento da *reconstrução racional da prática vivida*, pelos envolvidos. Assim, configurando um portal que promova a interlocução da comunidade de investigadores ativos, mesmo à distância, fortalecendo os elos das relações sociotécnicas no desenvolvimento do conhecimento científico-educacional. Os aspectos de “como proceder” na construção e vivência dos momentos metodológicos e epistemológicos do ato educativo com a utilização de um ambiente virtual de ensino-aprendizagem, estão abertos para estudos futuros. Em uma última instância, é relevante dar continuidade aos estudos relativos à terceira cultura, aprofundando os conhecimentos além do aqui adquirido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com essa pesquisa procurou-se identificar, analisar e caracterizar a constituição e delineamento de uma rede sociotécnica, na vivência do programa educacional de formação de professores de CNMT/Física. Assim, a pesquisa passou a fornecer subsídios para afirmar que o programa educacional tem características de uma Rede Sociotécnica. Essa inferência partiu da análise da Ciência em Ação e do Modelo de Tradução (ambos os aspectos característicos dessa rede), considerando a elaboração e desenvolvimento de propostas educacionais em Ensino de Física.

O desenvolvimento dessa pesquisa foi direcionado a responder a seguinte questão: qual ou quais aspectos da Ciência em Ação presentes em uma Rede Sociotécnica podem ser identificados na vivência do programa educacional de formação de professores de Física? Os resultados sinalizaram a presença de elementos não-humanos, a utilização de referências a outros documentos, como também o processo de investigação do ambiente de trabalho. Tais aspectos caracterizam a concepção de Ciência em construção presente no programa educacional de formação de professores de CNMT/Física.

Avançar e fortalecer o “núcleo duro” do programa foi possível, pelo estudo sistemático das concepções do mesmo. A “Concepção de Pesquisa”, de “Conhecimento”, de “Educação” e de “Educação Científica e Tecnológica”, convergiu para identificar que os conhecimentos científico-educacionais produzidos no programa têm características da concepção de Ciência em Ação de Bruno Latour (1990, 1994 e 1997).

Ainda, o Modelo de Tradução foi considerado relevante à pesquisa, por se deter em compreender as práticas de interesses envolvidas na construção de conhecimentos. Contudo, na análise dos dados foi possível constatar que esse Modelo refletiu-se nas práticas dos aprendizes de professor e de pesquisador, em todo o processo de elaboração e

desenvolvimento de propostas educacionais. Isso denota que os aprendizes no programa produzem conhecimentos – conhecimentos científico-educacionais.

No que diz respeito à abordagem metodológica, os dados revelam uma abordagem teórica, metodológica e epistemológica interligando a investigação-ação educacional de vertente emancipatória e a abordagem etnografia, à *grounded theory* de Strauss (1967 e 1990). Essa abordagem tornou possível a delimitação e identificação do objeto do conhecimento no trabalho com a concepção de Ciência em construção visto o processo desenvolvido ser analisado como cultura.

Segundo Latour (1990), o processo de produção de conhecimento científico tem características de uma rede sociotécnica. Para tanto, buscou-se entender a estrutura existente por de trás desse universo, considerando o programa educacional. Assim, a análise dos dados permitiu constatar, a emergência de *nós* e *tramas* no programa. Nele, as ações desempenhadas pelos envolvidos diretos e indiretos, gradativamente construíram uma rede de relações sociotécnicas na formação de professores e de pesquisadores de CNMT/Física.

O trabalho em rede sociotécnica, se considerado como uma possível proposta para a formação inicial e continuada de professores de CNMT/Física pode contribuir para a promoção de uma cultura de produção de conhecimentos científico-educacionais. Nesse ideário, aponta-se que construir e desenvolver a formação de professores e de pesquisadores em rede sociotécnica, permite na sua formação inicial o primeiro contato com a prática científica do trabalho colaborativo, o que pode ser uma alternativa para o resgate da autonomia do professor, na medida em que deixaria de ser mero executor para se assumir construtor, avaliador e transformador de sua própria prática pedagógica.

Nesse sentido, quando se refere à construção de conhecimentos, está se afirmando que o que se faz no programa educacional é Ciência. Segundo Latour (1990), é por sucessivas transformações que o conhecimento científico avança, considerando a Ciência construtivista e

realista. Somente a pesquisa científica poderá mostrar e apontar soluções para os problemas em ensino-aprendizagem de Física. Portanto, acredita-se que a formação de professores é um caminho para a construção de alternativas.

Contudo, os dados coletados também revelaram a necessidade de investimentos adequados para o trabalho no programa educacional. Isso requer direcionar os investimentos à “qualidade” e à “quantidade” na educação, voltada à formação do professor. Mas para isso, é necessária uma política educacional comprometida com possibilidades de condições de trabalho, quer no âmbito curricular, quer nas pesquisas de campo.

Além disso, foi possível perceber a necessidade de se estudar estratégias para a incorporação das concepções científico-educacionais trabalhadas no programa pelos aprendizes. As estratégias estariam direcionadas a um estudo minucioso de tais concepções que abrangem o programa e em ações direcionadas à avaliação desse processo. Tais considerações permitiriam realizar um diagnóstico referente aos motivos que levam os aprendizes a desenvolverem resistências em vários momentos no programa.

Por fim, os dados mostram também, a necessidade de se desenvolver estratégias para o trabalho com as implicações CTSA, deixando de limitar seu estudo aos elementos não-humanos (objetos técnicos); ampliar os estudos relativos à terceira cultura; e a implementação do portal – “Ambiente Colaborativo de Aprendizagem à Distância” no auxílio a formação inicial e continuada no programa.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. STS science in Canada: From policy to student evaluation. In D.Kumar & D. Chubin (Eds.), **Science, technology, & society: A source book on research and practice**. Kluwer/Plenum Press, 2000, p.49-89.

AMARAL, V. **Redes: uma nova forma de atuar**. Rede Brasileira de Educação Ambiental -REBEA. 2004. Disponível em: www.mapadoterceirosetor.org.br/adm/download/redes.pdf Acessado em: 02/02/2006.

ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2a. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

ANGULO, J. F. **Investigación-acción y curriculum: una nueva perspectiva en la investigación educativa**. Revista: Investigación en la Escuela. nº 11, p. 39-47. Sevilla, 1990.

AYRES, B. R. C. **Os centros de voluntários brasileiros vistos como uma rede organizacional baseada no fluxo da informação**. Data Grama Zero - Revista Virtual de Ciência da Informação, IASI (Instituto para Adaptação à Sociedade da Informação). Vol. 2, n. 01, fev. 2001. Disponível em: http://www.datagramazero.org.br/fev01/Art_01.htm Acesso em: 05/02/2006.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. Título Original: La formation de l'esprit scientifique: contribution a une psychanalyse de la connaissance.

BAZIN, M. Ciência na nossa cultura? Uma práxis de educação em ciências e matemática: oficinas participativas. **Revista Educar**: ed. Da UFPR, Curitiba, n. 14, 1999. Disponível em: http://www.educaremrevista.ufpr.br/arquivos_14/bazin.pdf Acesso em: 20/09/2006.

_____. O Cientista Como Alfabetizador Técnico. In: ANDERSON, S.; BAZIN, M. **Ciência e (in)dependência**. Lisboa: Livros Horizontes, 1977, v. 2, p. 94-8.

BAZZO, W. A. **Ciência tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 1998.

_____. **A pertinência de abordagens CTS na educação tecnológica**, Julho, 2002, Disponível em: <http://www.campus-oei.org/revista/rie28a03.htm> Acesso em: 30/03/2006.

BAZZO, W. A. e AULER, D; Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p. 1-13. 2001.

BLOOMFIELD, L. A. **How things work: the physics of everyday life**. USA: J. Wiley, 1997.

BORGES, R. M. R. **Em Debate: cientificidade e educação em ciências**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

BOSI, A. Cultura brasileira e culturas brasileiras. **Dialética da colonização**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. Cap. 10.

BRASIL - **Lei 9394** - Estabelece as diretrizes e base da educação nacional - 20 de dezembro de 1996. Ministério da Educação, Brasília, 1996.

BRASIL - Decreto nº 2494. Regulamenta o Art. 80 da LDB (Lei 9.394/96). **Ministério da Educação**. 10/2/1998. Ministério da Educação, Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: bases legais**. Brasília, 1999, 188p. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>.

CALLON, M. 'L'agonie d'un laboratoire'. Em **La science et ses réseaux**. Paris, La Découverte, 1989.

CARR, W. & KEMMIS, S. **Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research**. London: The Falmer Press, 1986.

CARR, W., KEMMIS, S. **Teoría crítica de la enseñanza; la investigación-acción en la formación del profesorado**. Barcelona : Martínez Roca, 1988.

CARVALHO, L. M. O. **A educação de professores como formação cultural: a constituição de um espaço de formação na interface entre a universidade e a escola**. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

CARVALHO, W. L. P. **Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões**. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

CASTELLS, M. **A Era da Informação: Economia, Sociedade e Cultura - Volume - A Sociedade em Rede**. Paz e Terra, São Paulo, 1999.

DE BASTOS, F. P. **Alfabetização técnica na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

_____. **Pesquisa-ação Emancipatória e Prática Educacional Dialógica**. Tese (Doutorado em Educação). FEUSP/IFUSP. Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, São Paulo, 1995.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150.

DUARTE JÚNIOR, J. F. **O que é realidade?** São Paulo: Brasiliense, 2002. (Coleção Primeiros Passos; 115).

FERREIRA, A. **Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FILHO, Alberto. M. Espaço Científico Cultural. **Teoria sobre o Método Científico**. Em busca de um modelo unificante para as ciências e de um retorno à universidade criativa. 1995 Disponível em: <http://albmesq.sites.uol.com.br/artigos/metcienc1.htm>. Acesso em: 19/03/2006.

FORQUIN, Jean Claude. **Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FOUREZ, G. et al. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Colihues S. R. L., 1994.

FREIRE Jr., O debate sobre a imagem da ciência – a propósito das ideias e da acção de E. P. Wigner. In B. S. Santos (Ed.), **Conhecimento prudente para uma vida decente: ‘Um discurso sobre as ciências’ revisitado** (pp. 481-506). Porto: Edições Afrontamento, 2003.

FREIRE, P. **Ação cultural para a liberdade**. E outros escritos. 27 Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

_____. **Educação e mudança**. 16. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

_____. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 3 ed. São Paulo: Cortez e Moraes, 1980.

_____. **Pedagogia do Oprimido**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREITAS, J. S. **A cultura técnica e o uso das novas tecnologias de informação**. 2004. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/viii-sipec/gt09/80-jackelinecompleto.htm>> Acesso em: 20/04/2006.

GLASER, Barney, G.; STRAUSS, Anselm, L. **The Discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research**. New York: Aldine de Gruyter, 1967.

GOULDING, C. Grounded Theory: A magical formula or a potential nightmare. **The Marketing Review**, v. 2, n.1, p. 21- 34, 2001.

DE BASTOS, F. P e GRABAUSKA, C. J. **Investigação-ação educacional: possibilidades crítica e emancipatória na prática educativa**. In: MION, R. A.; (org.). **Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores**. Ponta Grossa: Gráfica Planeta, 2001.

HABERMAS, J. **Teoria de la acción comunicativa: complementos y estudios previos**. Madrid: Cátedra, 1989.

_____. **Mudanças Estruturais da Esfera Pública**. Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro, 1984.

HERNÁNDEZ, A. A. La sociología de las ciencias y de las técnicas de Michel Callon y Bruno Latour. In: LEDESMA, J. O.; MARTÍNEZ, E. P.; HERNÁNDEZ, A. A. (orgs). **Un debate abierto**. Escuelas y corrientes sobre la tecnología. Chapingo, Mexico: Universidad Autónoma Chapingo/Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (PIHAAA-CIESTAAM), 2003.

HORKHEIMER, M.; ADORNO, T. W. **Textos escolhidos**. 5. ed. (Os pensadores). São Paulo: Nova Cultural, 1991.

KNELLER, G. T. **A Ciência como atividade humana**. Zahar. EDUSP. São Paulo. 1980

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio: Aproximando a Escola da Sociedade**. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - SC, 2003.

LAW, J. **Notas sobre a teoria ator-rede**. 1989. Tradução de Fernando Manso Disponível: www.necso.ufjf.br/Trads/Notas%20sobre%20a%20teoria%20Ator-Rede.htm. Acesso em: 22/03/2006.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madri: Alianza editorial, 1983.

LAKATOS, I. **Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica**. Lisboa: Edições 70, 1978.

_____. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, A. (Org.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979.

LATOUR, B. **A Ciência em Ação – seguindo cientistas e engenheiros sociedade afora**. Paris: Pandore, 1990.

_____. **Jamais Fomos Modernos**. Rio de Janeiro, Ed. 34, 1994.

_____. On Technical Mediation: Philosophy, Sociology and Genealogy). **Common Knowledge**, v.3, nº 2, pp. 29-64, 1994b.

_____. **A esperança de Pandora: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos**. Bauru: EDUSC, 2001.

_____. Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts. In: Bijker, W. & Law, J. (eds) **Shaping Technology Building Society**. Cambridge, Mass., Mit Press, pp. 225-259, 1992.

_____. Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fe(i)tiches. Bauru, EDUSC, 2002.

LATOUR, B. & WOOLGAR, S. **A Vida de Laboratório - a produção dos fatos científicos**. Rio, Relume Dumará, 1997.

LEWIN, K. **Action research and minority problems**. Journal of Social Issues, 2, 1946.

LEITE, M. **Folha de São Paulo**. domingo, 12 de setembro de 2004. Disponível em: http://br.geocities.com/guaikuru0003/latour_intermede.html. Acesso em 07/03/2006.
LUCKESI, C. C. Filosofia da Educação. São Paulo: Cortez, 1993.

LIMA, Gercina. A. B. et al. **Tecnologia da Informação: Impactos na Sociedade**. Revista Informação da Universidade Estadual de Londrina. Vol. 7, n. 2, p.75-94, jul/dez. 2002.
Disponível em: www.uel.br/revistas/informacao/include/getdoc.php. Acesso em: 04/05/2007.

MEDEIROS, Z. **Apropriação da Cultura Tecnológica na formação das Redes Sociotécnicas: Um estudo sobre o portal da rede municipal de ensino de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET-MG, 2005.

MION, R. A.; SOUZA, C. A.; DE BASTOS, F. P.; ANGOTTI, J. A. P.; JOSÉ, V.; Mudando o Trabalho Educativo de Formar Professores de Física. **Revista Perspectiva**. Florianópolis, v.18, n. 33, p. 93-114, jan./jun. 2000.

MION, R. A. **Investigação-Ação e a Formação de Professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico**. Tese de Doutorado. Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

_____. Programas de investigação-ação educacional e a problematização de conceitos e práticas na formação de professores. In: ROMANOWSKI, J et al (org.). **Conhecimento local e conhecimento universal: diversidade, mídias e tecnologias na educação**. Curitiba: Champagnat, 2004. 4v. p. 133-140.

_____. **Processo reflexivo e pesquisa-ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em Física**. Santa Maria, 1996. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, PPGE/UFSM, 1996.

MION, R. A & ANGOTTI, J. A. P. Em busca de um perfil epistemológico para a prática educacional em Educação em Ciências. Ciência e Educação – **Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação para as Ciências**. V. 11, N. 2, p. 165-180, Bauru: UNESP-SP, 2005.

MION, R. A. & DE BASTOS, F. P. **Investigação-ação e a concepção de cidadania ativa**. In: MION, R. A; SAITO, C. H. Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores. Ponta Grossa: Planeta, 2001.

MION, R. A. et all. Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis. v. 12, n. 1, p. 40-46, 1995.
MOREIRA, I. C. Poesia na sala da aula de ciências? **Física na Escola**. São Paulo, v. 3, n. 1, p. 17-23, 2002.

MOREIRA, M. A. AXT, R. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 3, n.2, p. 66-78, ago, 1986.

MOSSMANN, T. I. **A Formação Continuada de Professores na Contemporaneidade: Limites e Possibilidades**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2005.

NOSELLA, P. **A formação do educador e do professor - esboço histórico-filosófico**. 2003 Disponível em www.ufscar.br/prograd/reform_curricular/formação-pre professores.pdf. Acesso em 12/02/2006.

PACEY, Arnold. **La cultura de La tecnología**. Trad. Rogelio Ríos Herrán. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PALÁCIOS, G. E. M, LINSINGEN, I. V, GONZÁLEZ, G. J. C, CEREZO, L. J. A, LUJÁN, J. L, PEREIRA, L. T. V, GORDILLO, M. M, OSÓRIO, C, VALDÉS e BAZZO, W. A. **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Tradução de Walter Bazzo, Irlan Von Linsingen e Luiz Teixeira do Vale Pereira. Núcleo de Estudos e Pesquisa em Educação Tecnológica – NEPET. Departamento de Engenharia Mecânica - Centro Tecnológico. UFSC: Florianópolis, 2002.

PÉREZ GOMES, A. O pensamento Prático do Professor. A Formação do Professor como Profissional Reflexivo. In: NÓVOA, A. (Coord.). **Os Professores e sua Formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1991.

PICKERING, A. 'From science as knowledge to science as practice'. Em: **Science as practice and culture**. Londres, The University of Chicago Press, 1992.

PIETROCOLA, M (org). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001.

PINHEIRO, T. F.; PIETROCOLA, M; ALVES FILHO, J. P. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: PIETROCOLA, M. (org.) **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2 Ed. 2005. p. 33-52.

SARTRE, J. P. **O Ser e o Nada: Ensaio de ontologia fenomenológica**, trad. Paulo Perdigão Petrópolis: Vozes, 2002.

SANTOS, J. L.. **O que é cultura**. 16ª edição. São Paulo: Brasiliense, 1996. (Coleção Primeiros Passos, n. 110).

SCHÖN, D. Formar Professores como profissionais reflexivos. In: Nóvoa A. (Coord) **Os Professores e sua Formação**. Lisboa: Dom Quixote, p. 77-91, 1991.

SCHWARTZMAN, S. **A Redescoberta da Cultura**, São Paulo, EDUSP, 1997. Disponível em: <http://www.schwartzman.org.br/simon/redesc/oraima.htm>. Acesso em 18/03/2006.

SILVA, S L. P. **Razão Instrumental e Razão Comunicativa: um ensaio sobre duas sociologias da racionalidade**. Disponível em: <http://www.cfh.ufsc.br/~dich/Texto%20do%20Caderno%2018.doc>. (2001) Acesso em: 20/04/2006.

SIMONDON, Gilbert. **Du Mode d'Existence des Objets Techniques**. Paris, Aubier, 1958.

SIQUEIRA, H. S. G. **Globalização e Autonomia (limites e possibilidades)**. Disponível em: <http://www.angelfire.com/sk/holgonsi/globoautonomia.html> (2001) Acesso em 11/09/2006.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp, 1995.

SORSBY, B. The irresistible rise of the nature of science in science curricula. In J. Sears & P. Sorensen (Eds.). **Issues in science teaching**. London: Routledge/Falmer, 2000.

SOUZA, C. A. **A Formação Educacional Permanente em Ciências Naturais e Pesquisa na Escola Fundamental**. Dissertação de Mestrado, UFSC/CED, Florianópolis, 1996.

_____. **Investigação-ação Escolar e Resolução de problemas de Física: O Potencial dos meios Tecnológicos- Comunicativos**. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

SOUZA, C. A. ; ANGOTTI, J. A. P.; DE BASTOS, F. P.; **As mídias e suas possibilidades: desafios para o novo educador**. In: ANGOTTI, J. A. P. e REZENDE JÚNIO, M. F. (org.) **Prática de Ensino de Física**. Florianópolis: Laboratório de Ensino à Distância, 2001. p. 46-70.

STENHOUSE, L. **An introduction to curriculum research and development**. Londres: Heinemann, 1975.

_____. **La investigación como base de la enseñanza**. (Textos seleccionados por J. Rudduck e D. Hopkins) 3.ed. Madrid : Morata, 1996.

STRAUSS A.; CORBIN, J. **Basics of Qualitative Research: grounded theory procedures and techniques**. London: Sage Publications, 1990.

SUTIL, N. **A Elaboração de Propostas Educacionais para o ensino-aprendizagem de Física: Desafios e Possibilidades na Formação de Professores**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo, SP: Atlas, 1987.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez Editora, 2000.

VENTURA, P. C. S. **La négociation entre le concepteur, les objets et le public dans les musées techniques et les salons professionnels**. Tese (Doutorado em Comunicação e informação) – Université de Bourgogne. Dijon – França, 2001.

VENTURA, P. C. S. Por uma Pedagogia de Projetos: uma síntese introdutória. **Educação & Tecnologia – Revista do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais**. V. 7, N. 1 jan/jun, Minas Gerais: CEFET-MG, 2002.

VENTURA, P. C. S. e NASCIMENTO, S. S. A Dimensão comunicativa de uma exposição de objetos técnicos. *Ciência e Educação – Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação para as Ciências*. V. 11, N. 3, p. 445-456, Bauru: UNESP-SP, 2005.

VOGT, C. A Espiral da Cultura Científica. *Revista Eletrônica Com Ciência*. SBPC/Labjor-Unicamp. <http://www.comciencia.br>, Julho/ 2003.

UNESCO. *Science for the twenty-first century*. Paris, 2000.

UNESCO. *Estudos de Desigualdades*. Disponível em http://www.unesco.org.br/noticias/revista_ant/noticias2003/estudos_desigualdades/mostra_documento (2003). Acesso em 06/09/2005.

XAVIER, M. E.; RIBEIRO, M. L.; NORONHA, O. M. *História da Educação - a escola no Brasil*. São Paulo: FDT, 1994.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). *Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: COCD1_1.pdf).
_____. Física e cultura. *Ciência e Cultura*. São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-4, 2005.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ACEVEDO, J. A. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS: Disponível em: <http://www.campus-oei.org/salactsi>, 2003. Acesso em 20/03/2006.

ANDRÉ, M.E.D.A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas, Papirus, 1995.

ANGOTTI, J. A. P. Conceitos Unificadores e Ensino de Física. In: **Revista Brasileira do Ensino de Física**. Vol. 15, n. 1-4, 1993.

BACHELARD, G. *Lê rationalisme appliqué*. Paris: Presses Universitaires de France. **1986**. Tradução por Nathanael Caixeiro. *O racionlismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BRASIL, Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação: **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física**. Brasília, 2001.

CORRAGIO, J. L. Propostas do Banco Mundial para a educação: sentido oculto ou problemas de concepção? In: TOMMASI, L. De; WARDE, J. M.; HADDAD, S. (Orgs.) **O Banco Mundial e as políticas educacionais**. São Paulo: Cortez/Ação Educativa/PUC-SP, 1996. p. 75-124.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** Editora Brasiliense (tradução), São Paulo, 1993.

CRUZ, Sônia. M. S. C.S. & ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Editora da UFSC, 2 Ed. Florianópolis. Cap. 8 p. 171-196, 2005.

DE BASTOS, F. P. et al. **Pesquisa ou Investigação? As ações que queremos!** Disponível em:<<http://www.jornal-a-pagina.pt>> Acesso em: 25 de mar. 1999.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências**. São Paulo:Unesp, 1995.

GRAF. Grupo de Reelaboração do Ensino da Física. **Física 1: Mecânica**. São Paulo: EDUSP, 2002.

_____. **Física 2: Física Térmica, Ótica**. São Paulo: EDUSP, 2002.

_____. **Física 3: Eletromagnetismo**. São Paulo: EDUSP, 2002.

HERMETES, R. A. Achim Seileir (et al) **Tecnociência e Cultura: ensaios sobre o tempo presente**. Crises dos meios Ambientais: desafios às Ciências Humanas – (Bruno Latou, Cécile Schwartz e Florian Charvolin). São Paulo: Estação da Liberdade, 1998 p. 91-125.

KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1975.

LATOUR, B. On Technical Mediation: Philosophy, Sociology and Genealogy. **Common Knowledge**, v.3, n° 2, pp. 29-64, 1994.

LÜDKE, M. e ANDRÉ M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

NETO, A. F. P. **Becoming a scientist: the perspective of Bruno Latour**. Cadernos de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro. v 13, p. 109-118, jan-mar, 1997.

POSTMAN, N. **Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia**. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel, 1994.

SCHEPS, R. Do Humano nas Técnicas. Entrevista com Bruno Latour. **O Império das Técnicas**. Campinas, Papyrus, pp. 155-166, 1996.

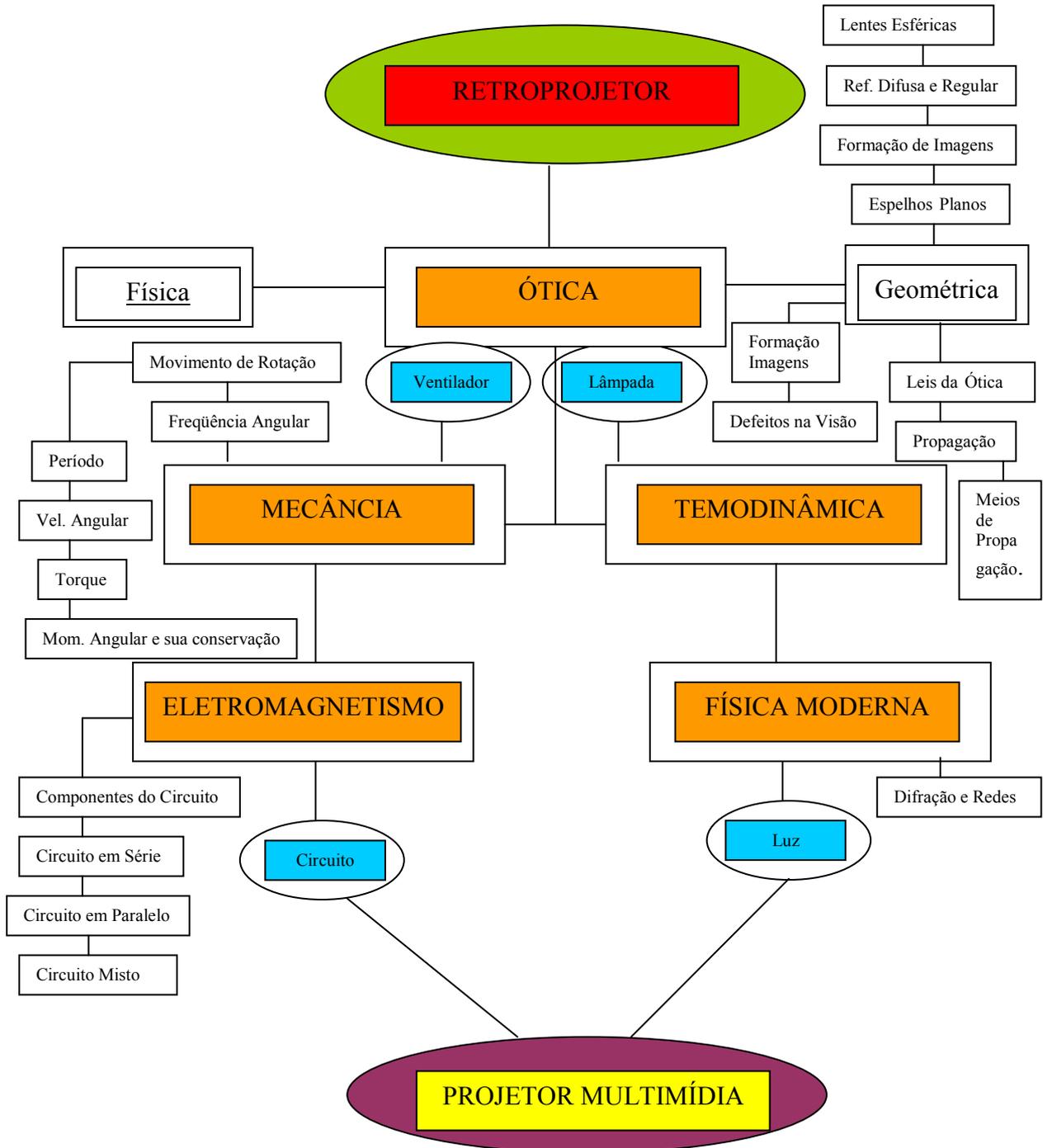
SCHWARTZMAN, S. Novos Estudos - CEBRAF, N 39, mês 07, 1994, pg. 172-179. Incluído em: **A Redescoberta da Cultura**. Os Dinossauros de Roraima (ou, a sociologia da ciência e da técnica de Bruno Latour). São Paulo, EDUSP, 1997.

STENGERS, Isabelle. **A invenção das ciências modernas**; São Paulo: Ed. 34, 2002.

von LINSINGEN, I. **O enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares**. Disponível em: www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20e%20EducTec.pdf (2004). Acesso em 27/05/2006.

ANEXOS

**ANEXO A - Rede conceitual desenvolvida na atividade educacional na disciplina de
MPEF – I em 2005**



ANEXO B - Planejamentos das aulas dos aprendizes da atividade educacional desenvolvida na disciplina de MPEF I em 2005

Universidade Estadual de Ponta Grossa

Plano de Aula
24/11/2005

Alunos: Juliano Swiech
Lauro Branco Filho
Luis Alberto Machado

Assunto

Lâmpada no Retroprojektor

Objetivos

Compreender o princípio de funcionamento de uma lâmpada incandescente. Discutir os conhecimentos físicos envolvidos no funcionamento e fabricação de uma lâmpada.
Verificar qual a importância da lâmpada no funcionamento e fabricação do retroprojektor

Materiais

Lâmpadas incandescentes e um retroprojektor para verificar o funcionamento da lâmpada no retroprojektor.

Problematização inicial

Por que a lâmpada ligada após algum tempo aquece?
Qual é a função social da lâmpada na sociedade?
Por que uma lâmpada de retroprojektor é mais forte que uma lâmpada comum?

Organização do Conhecimento

Conceitos físicos envolvidos no funcionamento de uma lâmpada

Corrente elétrica: Movimento de elétrons em um condutor

Resistência Elétrica: Dificuldade que os elétrons encontram ao atravessar um condutor, isso ocorre devido aos átomos da rede cristalina que compõe o condutor

Efeito Joule: Efeito que aparece em condutores devido ao choque dos elétrons com os átomos da rede cristalina

Aplicação do Conhecimento

Por que uma Lâmpada possui vácuo dentro do bulbo?
Por que o filamento da lâmpada é disposto em forma de uma mola?
Por que os filamentos possuem comprimentos e espessuras diferentes?

Universidade Estadual de Ponta Grossa
Setor de Ciências Exatas
Departamento de Física

Professores: Alexandre A. Lopes
Fernando Martins de Oliveira
Giovani Fernandes Galvão

Conteúdo:

Movimento de rotação.
Frequência angular, período e velocidade angular.
Torque.
Momento angular e sua conservação.

Objeto Técnico:

Ventilador

Objetivos:

Geral:

Compreender o princípio de funcionamento e fabricação do ventilador.

Específicos:

Identificar quais os conceitos da física utilizados no funcionamento e fabricação do ventilador;
Entender os conceitos relacionados com o princípio de conservação do momento angular (torque, velocidade angular, período, frequência);
Empregar estes conceitos para descrever o funcionamento do ventilador.

Problematização Inicial:

Quais as partes de um ventilador? Qual é a sua principal função? Como funciona o ventilador? Qual é a função social do ventilador dentro do retroprojetor?

Organização do conhecimento:

Trabalhar os seguintes conceitos de física, visando o entendimento do funcionamento do ventilador:
Movimento periódico;
Frequência e período;
Velocidade Angular;
Torque;
Momento angular.

Aplicação do conhecimento:

Descrever o princípio de funcionamento do ventilador a partir das grandezas físicas estudadas.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA -PR
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROFESSORES: ANGELO KUHN, THIAGO F. BRANDÃO e WYLLYAN V. LEAL
DISCIPLINA: MET. E PRA T. DO ENSINO DE FÍSICA I

DATA: 24/11/2005

TEMPO: 50 min

CONTEÚDO:

Problematização do circuito elétrico do retroprojeto e elaboração do plano de curso para a temática eletromagnetismo do terceiro bimestre.

OBJETIVO GERAL:

Problematizar o princípio de funcionamento do circuito elétrico do retroprojeto.

OBJETIVO ESPECÍFICO:

Conhecer o circuito elétrico do retroprojeto.
Compreender as funções dos componentes do circuito.
Compreender o conceito de circuito em série, paralelo e misto.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL:

- Vocês já viram o circuito elétrico de um retroprojeto?
- Você sabe como funciona circuito elétrico do retroprojeto?

ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO:

- Levar um retroprojeto para sala de aula.
- Dividir a turma em grupos para verificar quais são as partes constituintes do circuito do retroprojeto.
- Solicitar que os alunos dos grupos "mexam" nos materiais.
- Definir o conceito de circuitos em série, paralelo e misto.
- Desenhar o diagrama do circuito do retroprojeto;

APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO:

Definir o funcionamento do circuito elétrico do retroprojeto

PLANO DE AULA

Disciplina de Metodologia e Prática de Ensino em Física I

João Carlos Kugler Júnior

Bibiana Ribas de Campos

Ezulina Rita Duarte

Gislaine Reis de Souza

Mário da Fonseca Pereira

Assunto: Lente de Fresnel.

Objetivos: Compreender o que é difração e qual é a função social da lente de Fresnel na fabricação e funcionamento do retroprojektor.

Problematização Inicial: Dividir os alunos em grupos de estudo; distribuir, para os alunos, equipamentos geradores (retroprojetores), com a formulação das seguintes questões:

Como esse tampo funciona?

Qual é a função social do tampo do retroprojektor?

O retroprojektor funciona sem este tampo?

Organização do Conhecimento: O desenvolvimento será realizado por meio de exposição oral dialogada e com o auxílio de quadro-negro e giz, abordando:

Equação: $\lambda / \Delta \lambda$

Revisão de Difração de Fresnel.

Zonas de Fresnel.

Equação: $R + \lambda/2$, $R + 2 \lambda/2$, $R + 3 \lambda/2$

Redes de Difração.

Aplicação do Conhecimento: síntese integradora será realizada por meio da reconstrução do conhecimento adquirido, pelos alunos, respondendo às questões realizadas durante a Introdução.

Recursos Físicos e Materiais: Os recursos físicos necessários para a realização desta aula são: quadro negro, giz, e 4 retroprojetores.