

REJANE AURORA MION

**INVESTIGAÇÃO-AÇÃO E A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES EM FÍSICA**

O papel da intenção na produção do conhecimento crítico

Florianópolis

2002

**REJANE AURORA MION**

**INVESTIGAÇÃO-AÇÃO E A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES EM FÍSICA**

O papel da intenção na produção do conhecimento crítico

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. José André Peres Angotti

Florianópolis

2002



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

**"INVESTIGAÇÃO-AÇÃO E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM FÍSICA: O  
PAPEL DA INTENÇÃO NA PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CRÍTICO"**

**Tese submetida ao Colegiado do  
Curso de Pós-Graduação em  
Educação do Centro de Ciências  
da Educação em cumprimento  
parcial para a obtenção do título  
de Doutora em Educação.**

**APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 04/03/2002**

Dr. José André Peres Angotti – CED/UFSC (Orientador)

Dr. António Francisco Carrelhas Cachapuz – Univ. de Aveiro/Portugal (Examinador)


Dra. Marli Eliza Dalmazo Afonso de André – USP e PUC/SP (Examinadora)

Dra. Maria Célia Marcondes de Moraes – CED/UFSC (Examinadora)

Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz – CFM/UFSC (Examinador)

Dr. Demétrio Delizoicov Neto – CED/UFSC (Suplente)

Dr. Maurício Pietrocola Oliveira – CFM/UFSC (Suplente)

  
Prof. Lucídio Bianchetti  
Coordenador do PPGE

  
Rejane Aurora Mion

*Florianópolis, Santa Catarina, março de 2002*

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, Olímpia, e ao meu pai, Sabino;  
aos meus irmãos e irmãs – Roque, Rita,  
Renise, Renata, Rubens, Regina, Rudimar e  
Ronaldo; aos meus sobrinhos e sobrinhas –  
Míriam Raquel, Rodrigo, Diogo, Pablo, Diego,  
Cassiano, Thiago, Eduardo, Roger, Marthiela,  
Ricardo, Rafaela e Kauane; a meus cunhados  
e cunhadas, à vida e ao Paulo.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. José André Peres Angotti, que possibilitou a continuidade da pesquisa sobre a própria prática educacional, pela maneira como conduziu a orientação deste trabalho e mais, pelo carinho e paciência que sempre teve comigo durante esses quatro anos.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Célia Marcondes de Moraes, pelo profissionalismo, pelas discussões e indicações de leituras.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação, pelo profissionalismo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Edel Ern, pela sua generosidade.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadir Ferrari, pela maneira carinhosa e profissional como nos tratou.

Ao Prof. Frederico F. da Cruz, pelas horas de discussão sobre a proposta em Física.

Aos meus colegas de turma Milton Auth e José Análio, pela amizade e colaboração.

À minha colega de turma Terezinha Pinheiros, pela amizade e capacidade de interlocução estabelecida desde o início do curso,

Ao meu amigo e colega Carlos Alberto Souza, pela interlocução mantida e pelas contribuições na interpretação dos registros e no percurso.

Às colegas do DEMET/UEPG Maria Antônia de Souza, Márcia Barbosa da Silva e Graciete Tozetto Góes, pelos inúmeros questionamentos, incentivo, leitura e contribuições dos textos ao longo desses quatro anos.

Ao colega do Departamento de Física/UEPG Paulo Facin, pelos seus questionamentos e nossas longas conversas sobre a temática deste trabalho.

Aos meus ex-alunos do curso de Licenciatura em Física da UEPG: Mário, João Amadeus, Sérgio, Elias, Marcão, Awdry, Jaime, Marcos, Almir, Andréia, Marli, Emerson e Adriano, entre outros, participantes e co-autores desta proposta de trabalho.

À acadêmica Patrícia Dalpiva, pelas longas horas de transcrição de fitas dos registros: vídeo e áudio.

Aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSC: Maurília, Sônia, Luiz Fernando e Carol, pela atenção, carinho e competência.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela liberação de minhas funções como professora do DEMET no ano de 2001.

Ao CNPq, pelo financiamento da pesquisa.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	1
<b>1 INVESTIGAÇÃO-AÇÃO E A FORMAÇÃO</b>	
<b>DOS PROFESSORES EM FÍSICA .....</b>	<b>8</b>
1.1 O PAPEL DA TEORIA NA REFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA DO PROFESSOR .....	10
1.2 TEMPOS DE <i>POSSIBILIDADES</i> NA PRÁTICA EDUCACIONAL .....	25
<b>2 PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA E</b>	
<b>PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL: EM</b>	
<b>BUSCA DE UM PERFIL EPISTEMOLÓGICO .....</b>	<b>42</b>
2.1 O QUE JUSTIFICA A ESCOLHA PELA EPISTEMOLOGIA LAKATOSIANA? .....	45
2.2 HISTÓRIA INTELCTUAL DA CIÊNCIA .....	49
2.3 O QUE É RECONSTRUÇÃO RACIONAL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA? .....	54
2.4 CONTEXTUALIZANDO A EPISTEMOLOGIA E METODOLOGIA DE	
PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA .....	58
2.5 Os PRESSUPOSTOS DE LAKATOS PARA A MPPC .....	60
2.6 METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA .....	63
2.6.1 Heurística negativa: o “núcleo” do programa .....	64
2.6.2 Heurística positiva: a construção do “cinto de proteção” e a	
relativa autonomia da ciência teórica .....	66
2.7 Os PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS E METODOLÓGICOS DE UM PIAE .....	68
2.8 QUAIS SERIAM OS ELEMENTOS DE UM PIAE ANÁLOGOS AO DO PPCL? .....	83
<b>3 UMA CONCEPÇÃO DE INVESTIGAÇÃO-EDUCACIONAL:</b>	
<b>OS ELEMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA .....</b>	<b>85</b>
3.1 OBSERVAÇÃO .....	106
3.2 QUANTO À ANÁLISE DOS REGISTROS .....	108
3.3 QUANTO À ANÁLISE DO MOMENTO COLETIVO (REFLEXÃO) .....	109



<b>4 EQUIPAMENTOS GERADORES E A FORMAÇÃO DOS PROFISSIONAIS EM FÍSICA</b> .....	111
4.1 O POTENCIAL DOS EQUIPAMENTOS GERADORES NA FORMAÇÃO DOCENTE .	112
4.2 A DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA IMPLÍCITA NAS ATIVIDADES QUE ENVOLVEM OBJETOS TÉCNICOS .....	116
4.2.1 Qual seria o papel dos objetos técnicos? Como inseri-los no contexto atual? .....	123
4.3 A CONCEPÇÃO DE ALFABETIZAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA E EQUIPAMENTO GERADOR .....	134
4.3.1 Qual é a proposta e como ela está sendo construída? .....	142
<b>5 A RECONSTRUÇÃO RACIONAL E A PRÁTICA EDUCACIONAL</b> .....	149
5.1 O QUE É PRODUZIR CONHECIMENTO NA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL CRÍTICO-ATIVA? .....	157
5.2 O PROGRAMA DE PESQUISA À LUZ DAS TEORIAS-GUIA .....	167
5.3 RECONSTRUINDO RACIONALMENTE OS REGISTROS .....	177
5.4 NO QUE ESTE TRABALHO AVANÇA EM RELAÇÃO AOS DEMAIS REALIZADOS NESTA LINHA NOS ÚLTIMOS ANOS? .....	203
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	206
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	223
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b> .....	231

MION, Rejane Aurora. *Investigação-ação e a formação de professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico*. 2002. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O objetivo central deste trabalho é dizer o que é produzir conhecimento em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativo. A absolutização da prática – entendida no seu sentido de experiência empírica, demarcando a concepção de investigação-ação educacional – é criticada por disseminar uma racionalidade prática. Busquei fundamentos epistemológicos em Lakatos (1978 e 1979), nas idéias de *programas de pesquisa e reconstrução racional*, para dar um perfil epistemológico a um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo e, com isso, dizer por contraste como se produz conhecimento científico. Defendi a idéia de que isso é possível a partir da formação e prática docente construída como programa de iniciação científica. Neste processo, procurei construir, desenvolver e avaliar a formação inicial do professor de Física investigando objetos técnicos e transformando-os em equipamentos geradores. A produção do conhecimento crítico se dá via *reconstrução racional* da história das próprias práticas educacionais, na análise dos registros; com isso, forma-se o investigador ativo.

Palavras-chave: prática educacional; formação de professores; reconstrução racional; produção de conhecimento; programas de pesquisa.

MION, Rejane Aurora. *Investigação-ação e a formação de professores em Física: o papel da intenção na produção do conhecimento crítico*. 2002. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## ABSTRACT

The main objective of this work is to define the production of knowledge in an educational critical-active investigation-action. The view which holds practice – understood in the sense of its empirical experience, outlining the concept of educational investigation-action – as absolute is criticized, due to its disseminating of a practical rationality. I have sought epistemological background in Lakatos (1978 and 1979), in the ideas of *research programs* and *rational reconstruction*, to give an epistemological profile to an educational critical-active investigation-action, and thus, by contrast, stating how scientific knowledge is produced. I have supported the idea that this is possible once teacher formation and practice is constructed as in a scientific initiation program. In this process, I have tried to construct, develop and assess initial Physics teacher formation investigating technical artifacts and transforming them into generative equipment. The production of scientific knowledge is achieved through *rational reconstruction* of the history of one's own educational practices, in the analysis of records; in this manner an active investigator is formed.

Keywords: educational practice; teacher formation; rational reconstruction; knowledge production; research programs.

## INTRODUÇÃO

A situação-problema emerge da prática em sala de aula de Física, mas tem ressonância na Educação como um todo e foi se delineando ao longo do próprio trabalho. Ficam evidentes três frentes: minha ação como profissional da educação em sala de aula, importante para que os futuros profissionais reflitam e exercitem seu papel no processo educacional como educadores; a formação continuada que vivo e construo na participação em eventos científicos, onde se constata e discutem-se os problemas no Ensino de Física, Educação em Física e Formação de Professores de Física; e a concepção de investigação-ação e construção de conhecimento que nós<sup>1</sup> chamamos de “conhecimento crítico”. Vale lembrar que essas frentes acontecem concomitantemente, apontando mais uma pertinência da concepção de pesquisa adotada e da intenção da autora.

Falar em Ensino de Física requer falar em formação de professores de Física. Trabalho na direção de encaminhar meus alunos(as), na sua formação a criarem *atividades educacionais* para desenvolverem suas aulas. Observo que resultados de pesquisas educacionais na educação em Física pouco têm contribuído na mudança em sala de aula e que uma das dificuldades que os envolvidos apresentam é a construção e organização de atividades. Isso desnuda

---

<sup>1</sup> Há momentos, no trabalho, que falarei na 1ª pessoa do singular, mas há momentos em que utilizarei a 1ª pessoa do plural. Isso é uma característica de trabalhos nessa concepção de investigação - Investigação-ação educacional crítico-ativa - justamente por ser participativa e

as fragilidades da nossa formação acadêmica em cursos de licenciatura em Física.

Como formadora de professores posso tanto influenciar diretamente na proposição de atividades educacionais diferenciadas com os licenciandos no Ensino de Física quanto na formação desses professores. O núcleo dessa problemática reside na necessidade de investir na formação inicial desses profissionais, instrumentalizando-os para o “fazer diferente”, levando-os a desenvolver a capacidade de “fazer escolhas”.

Entendo que o problema central é compreender o que seja produzir conhecimento. A tarefa, então, é levá-los a problematizar conceitos e práticas, indagar, questionar, inquirir, viabilizando o planejar, agir, observar e refletir sobre as próprias práticas educacionais em Física. As competências e habilidades podem vir a partir da problematização de conhecimentos. O que chamamos “dar conteúdo ao conteúdo” significa instrumentalizar o futuro professor para problematizar conceitos, estruturas desses conceitos, relações entre eles e com as questões sociais que engendram etc. A intenção é criar, elaborar, desenvolver e analisar propostas educacionais próprias, provocando mudanças na prática educativa; formar professores de Física comprometidos com a formação de sua cidadania ativa, com sua ação sobre a realidade para transformá-la. Neste caso, agir objetivamente e interpretar essas ações para a transformação necessária justificam a opção pela investigação-ação educacional crítico-ativa, pois nesta valorizamos a objetividade e também a subjetividade necessárias para

se chegar à criticidade.

O papel fundamental do professor é transformar a experiência vivida em uma experiência compreendida e, assim, chegar ao conhecimento crítico, sem dispensar a objetividade (a explicação) e sem omitir a subjetividade (a interpretação).

Estou trabalhando *a e na* formação inicial de professores de Física como um programa de pesquisa, onde se desenvolve o estágio como um processo/projeto de iniciação científica. Existe um projeto coletivo que é o projeto da disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II. Foi o projeto da disciplina que originou o projeto de pesquisa de doutoramento. Esse projeto da disciplina é coletivo e colaborativo, originando projetos particulares. Cada aluno tem a sua pergunta, tem seu projeto e isso compõe um programa de pesquisa. Cada participante vai fazer a sua pesquisa e cada um vai desenvolver e sistematizar seu processo reflexivo da própria prática. Quando se chega a esse momento da sistematização desse processo, eles(as) também vivem esse afastamento.

Estou buscando construir um modelo de produção colaborativa e participativa de conhecimento. Um modelo que está embasado em pressupostos epistemológicos racionais para essa construção. Com a análise dos resultados, pretendo inferir até que ponto essa prática contribuiu para a transformação da realidade, para a transformação das práticas educacionais, para a reelaboração de conhecimentos.

No capítulo 1 busco explicitar qual é o papel da reflexão teórica na formação de professores. Defendo a idéia de que se deva formar o professor como um investigador ativo, nos moldes de um Programa de Iniciação Científica. Para tanto, busco mostrar como a Investigação-ação educacional crítico-ativa dá conta disso. Como fazer uma reflexão teórico-prática em torno da própria prática educacional? É pertinente falar em categorias de análise na Investigação-ação educacional?

Na seqüência, no capítulo 2, procuro fazer uma comparação entre programas de investigação científicos em Lakatos (1978 e 1979) e programas de investigação-ação educacionais crítico-ativos, buscando assim o perfil epistemológico e apontando onde a ciência pode iluminar a nossa prática, os nossos problemas de ensinar e aprender. Nas idéias de Lakatos busco complementos para as estruturações de um programa de investigação-ação educacional na formação inicial de professores, bem como a orientação para a reconstrução racional da própria prática. Não estou querendo priorizar as ciências naturais nas ciências sociais, mesmo porque essa visão de mundo não daria conta dos problemas no ensino. São visões distintas. Trata-se de buscar bases epistemológicas para o fazer educativo.

Já no capítulo 3 apresento minha concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa, ao mesmo tempo em que descrevo a estruturação do programa de pesquisa, internamente. Neste caso, o núcleo do programa ou projeto integrado são as teorias-guia e as preocupações temáticas que emergem em nosso trabalho. A partir delas nos colocamos problemas e construímos nossas

hipóteses, atendendo a primeira das funções de uma teoria social crítica (Habermas, 1987 b). Do problema central, desmembramos subproblemas nos projetos particulares, que representam a construção de processos de ilustração, atendendo a segunda função da teoria social crítica habermasiana, e que equivalem às hipóteses auxiliares. Na organização da ação, terceira função de uma teoria social crítica, identifico-a com a construção e vivência dos momentos da espiral auto-reflexiva de planejamento, ação, observação e reflexão, de onde resultam as propostas particulares para o ensino de Física, e explico as concepções científico-educacionais empregadas. Mostrei como é realizado esse processo.

No capítulo 4 centro-me nos equipamentos geradores e na formação dos profissionais em Física. Este capítulo está explicitando o processo investigativo da proposta em Física e na formação de professores de Física via investigação de objetos técnicos, o que nos possibilita transitar pelas diferentes concepções científico-educacionais mencionadas anteriormente e problematizar conceitos e práticas educacionais concomitantemente. Algumas dessas atividades educacionais analiso no capítulo 5: algumas construídas por mim e levadas aos alunos, outras exemplares de atividades elaboradas, desenvolvidas e analisadas em sala de aula pelos alunos.

Apresento algumas análises no capítulo 5. Mostro como se pode realizar as análises dos registros, levando em conta que conhecimento e intenção são centrais. Neste momento, para colocar essa idéia em prática realizo a *reconstrução racional* da história de minha própria prática educacional, contada via



registros. A reconstrução racional é o caminho para construir o conhecimento científico educacional crítico.

Para essa reconstrução racional da história da própria prática educacional na formação de professores de Física, extraio algumas premissas de apreciação que são as categorias e subcategorias de análises que norteiam esse processo de problematização e de conhecimentos em relação a conceitos e práticas. Neste sentido, o diálogo envolve produção de conhecimento, liberdade, opção, problematização, responsabilidade, compromisso, negociação e colaboração em relação a conceitos e práticas.

Quando falo em problematização, remeto-me a conceitos e práticas que envolvem diretamente conhecimento, produção de conhecimento, diálogo e racionalidade. Quando falo em “fazer diferente”, isto é, o fazer para se diferenciar, relaciono-a a conceitos e práticas. “Fazer opções” sempre envolve liberdade, conhecimento, responsabilidade, deliberação, compromisso e negociação centrados em conceitos e práticas. Quando falo em *criar*, centro-me na *organização de processos de ilustração e organização das ações*; busca-se guiar as ações, criar metas, criar hipóteses e apontar fatos novos sempre relacionados a conceitos e práticas. Quando falo em incorporação na prática à ação de fazer registros e de se dar mais atenção a esses registros, busco uma relação com a produção de conhecimento, o diálogo, a racionalidade, mas sempre voltados para conceitos e práticas. Enfim, centro-me na própria prática, que é o meu trabalho entendido como atividade humana consciente.

Este trabalho encontrou algumas resistências por parte de alunos(as) e de alguns professores(as). Esta atitude talvez se deva ao medo de se expor e admitir que nossa formação inicial não dá conta das necessidades que o universo da prática educacional coloca.

# 1 INVESTIGAÇÃO-AÇÃO E A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES EM FÍSICA

O objetivo deste capítulo é o de fazer uma leitura crítica da pesquisa na área educacional, percorrendo um caminho que busque o entendimento da importância do teórico na reflexão das práticas educacionais. O que pretendo mostrar com este trabalho é que, em termos de formação de professores, embalados pelas mudanças provocadas pela LDBEN<sup>1</sup> (9394/96), devemos ter cuidado. Vivemos em tempos em que as perspectivas teóricas de Nóvoa, Schön e Zeichner viraram moda. Muitas pesquisas educacionais, especialmente em formação de professores, fundamentam-se neles.

Esses autores tratam do conhecimento prático. Partem do conhecimento técnico e propõem como inovação educacional a pesquisa-ação educacional interpretativa ao trazerem o conceito de *professor reflexivo* – “o prático”, como eles chamam. Nessa corrente também está o trabalho “Cartografia do Trabalho Docente: professor(a)-pesquisador(a)” organizado por Geraldi et al (1998), em que os autores fazem críticas, com muita sabedoria, ao conhecimento técnico, mas o vêem como alternativa à perspectiva da formação do professor *prático reflexivo* ou *professor-pesquisador*.

---

<sup>1</sup> Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996).

Corremos o risco de copiar o que há de mais discutível em termos de pesquisa educacional e formação de professores nos Estados Unidos, Portugal e Espanha, pois as mudanças curriculares propostas pela legislação brasileira baseiam-se em trabalhos dos autores acima citados e que são defensores do professor *prático reflexivo*. O projeto liberal contemporâneo que vivenciamos não incorpora preocupações com a *qualificação das ações humanas* na perspectiva da construção do conhecimento crítico e/ou, em linguagem freiriana, libertação sócio-cultural. Com o discurso em torno da formação do *professor reflexivo*, absolutiza-se a prática, esquece-se da unidade dialética entre teoria e prática. Talvez seja por isso que a perspectiva teórica de Schön (1992) tenha virado moda na literatura educacional nacional contemporânea.

Por que a perspectiva teórica de Freire (1987) não “vira moda” na Educação Brasileira, pelo menos por uma década? Por que falamos em acadêmicos e práticos?

Para fundamentar melhor essas questões, em um primeiro momento tomarei artigos propostos que nos subsidiem teoricamente, os quais fazem um resgate histórico dos interesses em pesquisa educacional. Em um segundo momento, buscarei nos textos propostos fundamentos que mostrem a defesa do prático, do professor reflexivo, apontando como esses autores, embora de maneira diferente – uns mais, outros menos –, pregam o conservadorismo, a manutenção do *status quo*. Em um terceiro momento, tratarei de textos que representam o pensamento oficial em termos de mudanças curriculares, inclusive

mostrando qual a relação desses documentos com os autores estudados. Discutirei principalmente qual o embasamento teórico das mudanças propostas pelo MEC<sup>2</sup> e por que devemos nos precaver contra idéias que até parecem coincidir com uma concepção progressista de Educação e, conseqüentemente, de formação de professores, mas sobretudo de pesquisa educacional.

Para concluir, indicarei ao longo do trabalho por que entendo que a concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa é a melhor alternativa, defendendo-a a partir de seus pressupostos e, também, nas bases teóricas que a fundamentam: formar profissionais com capacidade de pensar por si mesmos e, com isso, chegar ao conhecimento crítico. Contudo, ainda defenderei a LDBEN como possibilidade para os educadores – investigadores ativos – construírem propostas educacionais alternativas nas diferentes subáreas da Educação e demais áreas do conhecimento.

## **1.1 O PAPEL DA TEORIA NA REFLEXÃO SOBRE A PRÁTICA DO PROFESSOR**

Nóvoa (1995) pretende introduzir novas abordagens no debate sobre a formação de professores, deslocando o debate de perspectivas excessivamente centradas em dimensões acadêmicas (áreas, currículos, disciplinas etc.) para uma perspectiva centrada no terreno profissional. Descreve

um percurso histórico da formação da profissão docente em Portugal, falando da necessidade de se pensar a formação docente. Relaciona a formação de professores com o desenvolvimento pessoal, o desenvolvimento profissional e o organizacional. Ele estimula um pensar diferente sobre os modos e estratégias de formação de professores.

*As escolas normais legitimam um saber produzido no exterior da profissão docente, que veicula uma concepção dos professores centrada na difusão e na transmissão de conhecimentos; mas são também um lugar de reflexão sobre as práticas, o que permite vislumbrar uma perspectiva dos professores como profissionais produtores de saber e de saber-fazer (Nóvoa, 1995, p. 16).*

Para o autor, a expansão quantitativa do sistema educativo português obrigou a um recrutamento massivo de professores num tempo extremamente curto, o que desencadeou fenômenos de desprofissionalização do professorado. A intervenção do Banco Mundial revelou-se decisiva para o lançamento de uma rede de Escolas Superiores de Educação, num processo fortemente tutelado pelo poder político. Em Portugal, o papel das Universidades no domínio da formação de professores tem-se deparado com resistências várias: setores conservadores que continuam a desconfiar da formação de professores e a rezear a constituição de um profissional prestigiado e autônomo; setores intelectuais que sempre desvalorizaram a dimensão pedagógica da formação de professores e a componente profissional da ação universitária. Sob a pressão do poder político, aliada ao movimento sindical, procurou-se remediar a situação por meio de três vagas sucessivas de programas: profissionalização em exercício,

---

<sup>2</sup> Ministério da Educação.

formação em serviço e profissionalização em serviço. Em termos gerais, este esforço não introduziu dinâmicas inovadoras na formação de professores, nem do ponto de vista organizativo e curricular, nem do ponto de vista conceptual. A exceção teria sido, porventura, o ensaio de “formações centradas na escola” (Nóvoa, 1995, p. 21).

Por que, novamente pergunto, perspectivas teóricas de autores como Schön, Nóvoa e Zeichner viraram moda nas pesquisas educacionais no Brasil? Por que a ênfase no *prático*? No *professor reflexivo*? No *professor-pesquisador*? A resposta a essas questões pode apontar para o que diferencia a investigação-ação educacional crítico-ativa das demais concepções de investigação-ação e, especialmente, a concepção de pesquisa e, portanto, de construção de conhecimento envolvido.

O educador inglês Lawrence Stenhouse (apud Dickel, 1998) acreditava na capacidade dos professores de, com a colaboração dos pesquisadores acadêmicos, elaborar um currículo em contínuo desenvolvimento e reavaliação que contribuísse para a emancipação dos sujeitos que convivem na escola.

Stenhouse parte de uma concepção de currículo entendido como um conjunto de procedimentos hipotéticos do qual poderiam se valer os professores para transformar idéias educativas em ações educativas. De 1972 a 1975, a partir de um centro, Stenhouse desenvolve projetos com escolas envolvendo “pesquisadores internos” (professores das escolas) e “pesquisadores

externos” (professores universitários). Ao fundar o CARE, ele nutria o desejo de democratizar a pesquisa em educação, a qual, segundo ele, não contribuía para o desenvolvimento profissional dos professores, visto que, entre outros determinantes, os pesquisadores rejeitavam admiti-los como participantes no processo de investigação. Aos professores das escolas cabia comprovar as hipóteses com as quais os professores universitários concluíam seus projetos, por meio da sua experimentação nos ambientes específicos de suas classes. Nesse processo, alguns professores das escolas passaram a participar da definição da tarefa de pesquisa e da coleta e análise de dados de suas próprias aulas.

Neste ponto, os professores das escolas continuam a não ser intérpretes-autores de suas propostas; são usados pelos pesquisadores universitários. Não vejo avanços no *status* dos professores, uma vez que continua a existir a dicotomia entre professor e pesquisador, teoria e prática. Os professores, os práticos, executam a tarefa na escola e fornecem os dados para os pesquisadores universitários sistematizarem, fazendo suas análises e pesquisas e, conseqüentemente, suas produções de conhecimento em seus artigos científicos.

Stenhouse defende que os fundamentos para acreditar em ensino com base na investigação são epistemológicos, garantindo assim o conhecimento como algo problemático. “O conhecimento do tipo que temos de oferecer se falsifica à medida que se lhe apresenta como resultado de uma investigação à margem de um entendimento do processo de pesquisa que garante tais



resultados” (Stenhouse, 1996, p. 162). Ele (1996) assevera que para o professor o caminho para a emancipação passa necessariamente pela adoção da perspectiva do pesquisador. Necessário também, segundo ele, é o respeito a dois princípios: 1) a pesquisa do professor deve se vincular ao fortalecimento de suas capacidades e ao aperfeiçoamento autogestionado de sua prática; 2) o foco mais importante da pesquisa é o currículo, pois é o meio pelo qual se transmite o conhecimento na escola.

É importante observar qual era o momento histórico em que se desenvolvia o trabalho de Stenhouse. Segundo Carr & Kemmis (1988), vale destacar dois momentos históricos: o primeiro seria o enfoque fundamentalista, que introduzia os estudos em educação em uma fase de especialização, cujo avanço era determinado pelas disciplinas. Para Stenhouse, aí está um dos mais sérios problemas enfrentados pela pesquisa em Educação: ao mesmo tempo em que é insuficientemente comprovada na prática, é facilmente aceita no debate acadêmico. O segundo movimento, e que influencia profundamente o campo da Educação nas décadas de 60 e 70, trata-se de uma concepção de currículo vinculado à orientação tecnicista em ascendência, nos Estados Unidos, com o fim da Segunda Guerra Mundial. A partir daí, o comunismo passou a figurar como o inimigo a ser combatido, e propostas que vinculam a teoria educacional a teorias sociais e políticas e à filosofia, que pregavam o ‘cultivo do homem completo’ e o caráter político da educação, passaram a ser consideradas “perigosamente esquerdistas”. Carr & Kemmis (1988) localizam, no lançamento do Sputnik, o

momento em que se consolida uma nova perspectiva em educação.

Stenhouse (1996) defende uma teoria da ação educativa hipotética, provisória, submetida continuamente à revisão e à crítica, desenvolvida sistematicamente por meio de experimentos realizados em “laboratórios”: a escola. Ele estaria falando em um método que pode dar cientificidade às práticas educacionais. Poderíamos pensar que uma teoria da ação educativa hipotética e provisória seria o planejamento da aula? Cada plano de aula ou cada atividade educacional planejada sendo uma hipótese levantada, para ser testada, desenvolvida sistematicamente: a aula propriamente dita (a ação)? E que submetida continuamente à revisão e à crítica, seria a reflexão realizada a partir das informações registradas do que ocorreu na aula, falando com relação à aula e ao planejamento? Que a revisão e a crítica seriam feitas a partir das informações registradas nas aulas e que por um lado nos permitem rever a ação e o planejamento e, por outro, apontam caminhos para replanejar a nova ação?

Logo, ele está falando da espiral auto-reflexiva de ciclos como um caminho para a construção da reflexão teórica e, dela, possivelmente o conhecimento crítico. Um processo duplamente dialético: entre teoria e prática e entre indivíduo e sociedade.

Stenhouse (1996) define pesquisa-ação como “uma indagação sistemática e autocrítica, respaldada por uma estratégia. A pesquisa, como indagação baseada na curiosidade, no desejo de compreender, torna-se uma tarefa cotidiana e, por isso mesmo, perigosa por conduzir a uma inovação

intelectual potencialmente capaz de exigir uma mudança social” (1996, p. 52). Com isso ele pensa em colaborar com os professores e levá-los a se converterem em instrumento de redistribuição da autonomia através do diálogo.

Parece-me que o que Stenhouse quer fazer com os professores pode ser interessante, louvável até, mas definitivamente não os leva à libertação sócio-cultural, que exige uma reflexão teórica ou reconstrução crítica que favoreça a compreensão da própria experiência individual e coletiva. Neste caso a reflexão transcende o simples processo de abstrações sucessivas que se distanciam do real; ao contrário, a reflexão implica em um mergulho na experiência efetivado por sujeitos. Penso que mais adiante será possível explicitar a minha proposta de como, por meio de um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo, pode-se chegar à “educação como prática da liberdade” (Freire, 1999).

Para Stenhouse (1996), o professor está no centro do processo de pesquisa educacional: as aulas são o laboratório ideal para a comprovação da teoria educativa. O professor é rodeado de situações-problemas, o que significa oportunidades de investigar. O autor distingue *ato de pesquisa* de *ato substantivo*:

*O ato de pesquisa implica uma ação tendo em vista impulsionar uma indagação. Consiste em descobrir o que outros podem comprovar, empregando suas descobertas em um contexto de pesquisa, isto é, produzindo teoria na qual pode se firmar uma pesquisa posterior. O ato substantivo, trata-se de ‘um movimento que possua um sentido e um significado em uma área específica de ação’” (Stenhouse, In: Dickel, 1998, p. 54).*

No caso da Educação, um ato substantivo é aquele movimento

concebido para levar as pessoas a aprender. Na pesquisa-ação, o ato de pesquisar é um ato substantivo; tem em vista um benefício a sujeitos que não pertencem necessariamente à comunidade investigadora. Por exemplo, dizer qual é a contribuição que nosso trabalho está propiciando a uma teoria da educação e a um ensino que resulte acessível a outros professores.

Pesquisa leva ao desenvolvimento profissional. É um processo educativo desde que eleve a compreensão, pelo professor, de seu próprio trabalho. É dependente, portanto, da sua capacidade de investigar sua própria atuação. Os professores necessitam anotar suas reflexões e buscar, entre seus pares, discussões de interesse comum e aprofundá-las de tal maneira que suas pesquisas influenciem as políticas educacionais. Fazer uso de anotações que lhes permitam tornar públicas suas reflexões e práticas potencializa a possibilidade de colaboração e de desenvolvimento de conhecimentos profissionais que venham a constituir uma "comunidade de expressão crítica" (p. 41). Segundo Stenhouse (1996, apud Dickel, 1998 p. 41), "a produção científica é resultante de um esforço comunitário e a sua abertura à crítica e ao aperfeiçoamento permite difusão dos seus frutos, possibilitando o acúmulo de conhecimentos". Em outras palavras, é acreditar no conhecimento colaborativamente construído, e é a isso que me dedico: criar uma *cultura coletiva e colaborativa* ao desenvolver uma proposta como programa de pesquisa ou comunidade de aprendizagem. Na comunidade de aprendizagem, no projeto integrado/projetos particulares, os momentos de planejamento, ação, registros, auto-reflexões e reflexões – ao levar os alunos a

sistematizarem os processos reflexivos de suas práticas educacionais em Física – e as Escolas de Verão da “comunidade crítica de investigadores ativos” são instâncias em que buscamos desenvolver e incorporar essa *cultura coletiva e colaborativa* e construir conhecimento crítico colaborativamente.

Stenhouse defende níveis distintos de pesquisa e de pesquisadores, explicitando também as atribuições que cabe a cada um. Neste sentido, continua separando professor do pesquisador. Na frase em que fala da pesquisa, explicita um posicionamento de que discordo. Para o autor, a pesquisa dos professores e os próprios professores servem apenas como coletores de dados ou replanejadores, apenas buscando novas frentes de pesquisa, bem como novos problemas a serem resolvidos. Interpretar e refletir estão separados do fazer. Ao defender isso, Stenhouse continua concebendo separadamente professor de pesquisador, teoria e prática, ensino e pesquisa.

Esta concepção de *professor-pesquisador*, na prática, o torna mero catalisador de informações, pois está em um lugar que favorece esse trabalho do professor de coletor de informações sobre seu trabalho. Todavia, quem irá interpretá-los e teorizar sobre eles é o pesquisador, o acadêmico.

Stenhouse contesta, dizendo a capacidade de investigar do professor depende de estratégias de auto-observação – semelhante a um artista que, consciente do que faz, está sempre alerta para o seu próprio trabalho –, o que lhe permite utilizar a si como instrumento de investigação.

Aqui Stenhouse (1996) aponta para a necessidade de mudanças na estrutura curricular e institucional se quisermos caminhar na direção da formação do investigador ativo educacional. Isso me leva a crer que ele (1996) estava mostrando a necessidade de tempo para realizar os momentos da espiral auto-reflexiva lewiniana de planejamento, ação, observação e reflexão, que constituem o método científico da concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa de matriz emancipatória.

Em minha proposta educacional na formação de professores de Física incorporo esses momentos que estou denominando "ato educativo", que significa o espaço-tempo ocupado e necessário para elaborar, desenvolver e avaliar uma atividade educacional em Física: um momento para planejar e desenvolver a atividade educacional; um momento para fazer registros do que ocorreu na 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. Um exemplar desta atividade educacional em Física é analisada/reconstruída racionalmente no capítulo 5 deste trabalho. Significa que o tempo requerido para o trabalho do professor, especialmente do investigador ativo, requer espaço temporal para momentos de planejamento, de ação, de observação (coleta de informações) e de reflexão, o que demanda também espaço físico, em parte por ser um trabalho coletivo e colaborativo.

Hoje só é concebido o tempo para a ação (a aula propriamente

dita). Na luta por condições de trabalho, na mudança de concepção de formar professores, aponto e destaco os momentos do “ato educativo”. Até que ponto estou com isso servindo ao sistema? A defesa está em Freire (1987) quando diz que precisamos imergir em uma situação opressora para conhecê-la e dela emergir com os outros, mais instrumentalizados para anunciar uma proposta solucionadora, um processo de produção de conhecimento.

Gonçalves & Gonçalves (1998), no texto “Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores”, trazem algumas ponderações sobre a formação de professores a partir de concepções de conhecimento e práticas docentes desses profissionais. Saliendam o fato de estarem lançando, neste caso, um olhar crítico em torno da formação de professores preocupados com a Educação em Ciências e Matemática no Ensino Fundamental e Médio.

Segundo os autores, nos dias atuais está ocorrendo uma inversão: desaparecem questões de conteúdo, dando lugar unicamente a questões pedagógicas na formação de professores. Apoiados em Shulman (apud Gonçalves & Gonçalves, 1998) apresentam os tipos de conhecimento do professor: pedagógico, do conteúdo e curricular. Entendem que uma boa medida seria criarmos condições para que a experiência pedagógica do estudante começasse o mais cedo possível, em seu curso de licenciatura, pois aí ele teria um conteúdo prático para a sua reflexão sobre a prática, associado à teoria em estudo no âmbito universitário, tendo condições de discutir e questionar, auxiliado

por seus professores e colegas. Isso poderia contribuir para a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo.

Penso que desenvolver uma experiência educacional nas disciplinas de Didática (Metodologia) e Prática de Ensino de Física como programa de investigação proporcionaria ao futuro professor um caminho para construir sua autonomia e produzir conhecimento. Os próprios autores desse texto apontam para isso quando dizem que a monitoria e a iniciação científica proporcionam experiências positivas para os alunos participantes.

A proposta de Gonçalves & Gonçalves (1998) é diferente da minha. Eles formaram um Clube de Ciências na UFPA<sup>3</sup>. Buscam desenvolver o ensino por meio de projetos de pesquisa de interesse do aluno, em que o universitário tenha a oportunidade de discutir com o professor e o grupo de colegas sobre a sua prática logo após cada encontro com os alunos durante a prática.

Na proposta que desenvolvo na UEPG<sup>4</sup>, descrita no capítulo 3 deste trabalho, é proporcionado ao aluno desenvolver sua experiência educacional (estágio) como projeto de investigação, uma iniciação científica, embora sem remuneração, pelo menos por enquanto. A idéia está sendo desenvolvida nas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física como um programa de investigação-ação educacional, o qual equivale a um projeto integrado em que

---

<sup>3</sup> Universidade Federal do Pará.

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Ponta Grossa.



cada aluno participa com seu projeto particular.

A diferença entre o que faço e proponho e o que Gonçalves & Gonçalves (1998) estão fazendo e propondo é que não quero montar um “Clube de Ciências”, e sim um programa de investigação-ação educacional. Pretendo trabalhar na formação do professor de Física na perspectiva de fazer, a partir da própria prática educacional em Física, ciência colaborativa e criticamente em uma comunidade de aprendizagem de investigadores ativos. Em outras palavras, no “Clube de Ciências” alguns alunos participam, viabilizando a criação de uma elite dos que podem fazer iniciação científica. Esta postura, além de não mudar a realidade educacional na formação de professores, ainda mantém o *status quo*. Significa dizer que apenas alguns podem produzir conhecimento. Ao passo que no Programa de Investigação-Ação Educacional, todos os alunos participam, formando uma *comunidade de investigadores ativos educacionais* para gerar essa cultura coletiva e, conseqüentemente, produzir conhecimento crítico.

Encontrar uma alternativa mais democrática e popular para as ditas “Feiras de Ciências” é uma das lutas políticas da minha estada na escola. Parece-me que agora – com o “Programa de Investigação-Ação Educacional Crítico-Ativo” como programa de iniciação científica – tenho a resposta: uma proposta alternativa que viabiliza a produção do conhecimento de maneira coletiva e colaborativa a partir da formação de professores como investigadores ativos educacionais.

A meta é institucionalizar, a partir da disciplina de Didática

(Metodologia) e Prática de Ensino de Física, um programa de iniciação científica em que as experiências educacionais nas escolas (os estágios) sejam desenvolvidas como iniciação científica, inclusive com bolsa em ensino de Física. Concordando com os autores, entendo que, em experiências como essas, teoria e prática – além da pesquisa e do ensino – precisam estar indissociadamente presentes na formação do licenciando.

Meu trabalho de tese é justamente, via investigação-ação educacional crítico-ativa, analisar, refletir teoricamente, enquanto construo e desenvolvo esse programa cujas metas, além desta, é investigar a possibilidade de iniciação científica (pesquisa), em ensino de Física, na formação de professores de Física. Em âmbito maior, construir processos de ilustração através da pesquisa em sua própria prática. É desta forma que estou entendendo a pesquisa como instrumento para se chegar à produção do conhecimento crítico.

Para buscar a competência pedagógica, Gonçalves & Gonçalves (1998) entendem ser importante que o curso de formação, nas diferentes disciplinas de cunho científico ou pedagógico, ofereçam possibilidades de estabelecimento de relações com os conteúdos que serão ministrados pelo futuro professor, bem como com as questões sociais, éticas, políticas, econômicas neles envolvidos.

Neste sentido, o trabalho que desenvolvemos na Metodologia e Prática de Ensino de Física é viável, pois estamos buscamos o fortalecimento dessas disciplinas via estudo de temática que propicie discussões das implicações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Na prática, significa que trabalhamos no

desvelamento dos princípios físicos envolvidos na fabricação e funcionamento de alguns objetos técnicos, como explicitarei no capítulo 4, onde me dedico a falar sobre o potencial dos equipamentos geradores na formação docente.

Um objeto técnico é investigado e transformado em equipamento gerador de conhecimentos. O objeto técnico é aquele “instrumento” (DUARTE, 1998, p. 106) que nos possibilita, ao investigá-lo, estudar os conceitos, leis e princípios físicos envolvidos em seu funcionamento e fabricação, além de desvelar as relações sociais estabelecidas para a objetivação e conseqüente acomodação. No meu entendimento, foram os conhecimentos científicos e tecnológicos que possibilitaram essa objetivação.

Neste caso, podemos dizer que investigar objetos técnicos é uma boa maneira de efetivar processos de investigação-ação na formação de professores de Física. Mas não estou tomando a investigação-ação como metodologia de ensino ou de pesquisa; tomo-a como concepção de pesquisa (De Bastos, 1995; Grabauska, 1998). Sendo a investigação-ação uma concepção de pesquisa, como já mencionei anteriormente, seu método científico localiza-se na vivência dos momentos da espiral auto-reflexiva de ciclos compostos de *planejamento - ação - observação e reflexão*. Portanto, diferencio-me dos que defendem “a investigação como metodologia de ensino”

(Carvalho & Gil-Perez, 1993, p. 61-63) justamente porque em meu trabalho a

pesquisa é tomada como princípio formativo, concepção de trabalho educativo, nunca como metodologia de ensino.

## 1.2 TEMPOS DE *POSSIBILIDADES* NA PRÁTICA EDUCACIONAL

Acredito em tempos de possibilidades e não de determinismo. Isso significa que para um investigador ativo educacional é uma abertura para “ousar fazer”, construir nossa História e, ao investigá-la, analisar e avaliar para reinventá-la – *reconstruí-la racionalmente*.

*Gosto de ser gente porque a História em que me faço com os outros e de cuja feitura tomo parte de um tempo de possibilidades e não de determinismo. Daí que insista tanto na problematização do futuro e recuse sua inexorabilidade (Freire, 1997, p. 58, grifos nossos).*

Essa é uma das tantas possibilidades que nos oferece a investigação-ação a partir da *reconstrução racional* das próprias práticas. É por meio da vivência de seu método científico que nos historicizamos, como veremos no capítulo 2.

No texto “Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio”, Elliott (1996) começa lembrando que a idéia de professor como pesquisador surgiu na Inglaterra, aproximadamente há 30 anos, no contexto do

movimento de desenvolvimento curricular das escolas secundárias. Seu foco era currículo e mudança pedagógica. A idéia teria recebido sua mais articulada expressão no projeto da *School Councils Humanities Project* (1967-1972), sob a direção de Lawrence Stenhouse, que propõe um currículo e uma mudança pedagógica como um experimento educacional inovador para ser testado por professores. Segundo Elliott, Stenhouse tentou negociar sua visão de mudança educacional aos olhos dos professores e assegurar suas colaborações.

É importante explicitar que não foram os professores os elaboradores da proposta inovadora, intérpretes-autores, foram seus “aplicadores”. Os professores pesquisadores acadêmicos é que a elaboraram. Na minha compreensão, os professores deram sua “colaboração” na aplicação de tal proposta e na coleta de informações para serem analisadas pelos pesquisadores acadêmicos. Isto praticamente anula o potencial emancipador deste tipo de trabalho para os professores “aplicadores”. Significa também que colaboração, para os pesquisadores acadêmicos – inclusive para o autor desse texto –, tem um significado diferente do que pretendemos na investigação-ação educacional crítico-ativa, a ser desenvolvida no capítulo 3.

Para Elliott (1996), os professores inovadores foram encorajados a colaborar com especialistas em currículos das instituições educacionais superiores na análise dos problemas e efeitos da implementação das mudanças propostas. A *colaboração* e a *negociação* entre especialistas e práticos (professores) caracterizam a forma inicial do que se tornou mais tarde conhecido como

*pesquisa-ação.*

É perceptível a separação entre os especialistas e os professores. Aos professores, o autor já começa a chamar de "o prático". Buscarei demonstrar que Elliott trata de uma concepção de pesquisa-ação diferente da que estou defendendo. Ele trabalha com uma concepção de razão prática, o que aponta para uma outra concepção de pesquisa e do que seja produzir conhecimento. Segundo Elliott (1996), essa era uma alternativa epistemológica que orientava o desenvolvimento da teoria curricular, a qual considera que a elaboração teórica e a prática curricular se desenvolvem interativamente no contexto escolar. Sendo assim, o lugar de trabalho dos professores configura-se no contexto de aprendizagem para ambos, especialistas e práticos. Para ele, esta forma de pesquisa-ação desencadeou inevitavelmente uma tensão entre professores e especialistas. Os primeiros, ansiosos por preservar sua autonomia profissional no âmbito curricular e pedagógico; os segundos, ansiosos para validar suas idéias e teorias na academia. A dúvida que surgiu foi sobre quem controlaria o que será considerado como conhecimento sobre a prática educacional.

Para o autor, projetos de pesquisa-ação colaborativa, perante pesquisadores e especialistas acadêmicos que detêm o controle das questões antes citadas, contribuíram para sensibilizá-los para a importância do contexto, da linguagem e da reflexão em ação. Houve a emergência do estudo de caso como abordagem principal nas pesquisas com professores.

A tarefa do pesquisador acadêmico seria de estabelecer uma

forma de pesquisa colaborativa que fosse transformadora da prática curricular e que, no processo, favorecesse uma forma particular de desenvolvimento do professor, sobretudo o desenvolvimento de capacidades de transformar reflexivamente e discursivamente sua própria prática – o que, segundo Elliott (1998, p. 142), era antes chamado de automonitoramento pela literatura relativa à pesquisa-ação.

O desenvolvimento do professor pressupõe um contexto prático no qual os professores são livres para experimentar. Sendo a pesquisa-ação educacional vista como um processo de experimentação curricular inovador, faz pouco sentido falar em desenvolvimento de professores como pesquisadores-ativos em contextos nos quais eles não podem livremente experimentar com suas práticas. Para Elliott, o principal objetivo da forma pesquisa-ação que tem descrito é desenvolver mais a prática que o praticante, sendo que o desenvolvimento do professor vem a ser objetivo secundário.

No meu entendimento, o autor demonstra estar interessado em desenvolver a sua pesquisa ao dizer que o objetivo é desenvolver a prática e não o praticante. Compreendo que, ao desenvolver a prática educacional, estamos inevitavelmente desenvolvendo-nos como praticante, uma vez que em uma concepção crítico-ativa de investigação-ação educacional em um programa de pesquisa, como mencionei anteriormente, as pesquisas ocorrem sobre a própria prática. Defendo que um processo/programa de investigação-ação educacional só terá sentido se estiver acoplado desenvolvimento da prática ao desenvolvimento

profissional do praticante na produção do conhecimento.

Isto nos reporta ao texto “Educação *light*, que palpita infeliz: indagações sobre as propostas do MEC para a formação de professores”, de autoria de Moraes & Torriglia (2000), que denuncia e mostra que o documento “Propostas de diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica, em curso de nível superior” (BRASIL, 2000) introduz dois níveis de pesquisa, como venho apontando nos textos acima estudados, incluindo este e os demais citados, referentes às políticas públicas oficiais nacionais e que explicitam essas duas concepções de pesquisa e conseqüentemente de pesquisador: “a que se desenvolve no âmbito do trabalho do professor” e “a acadêmica ou a pesquisa científica” (p. 7). O exemplo dessa separação, clara classificação e conseqüente produção de dois níveis de mestres vimos denunciando na proposta de Mestrado Profissionalizante instituído pelo MEC para a Área de Ciências Naturais.

Na minha compreensão, isso é conseqüência da dicotomia entre professor e pesquisador. Compreendo que o diferencial está em como o pesquisador se coloca: se 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. Ou fazendo um simples levantamento, utilizando-a como estratégia ou técnica para desenvolver seu trabalho.



Construir conhecimento crítico requer inventar um programa educacional que contenha uma ação e analisá-la, caminhar em busca de realizar uma reflexão teórica ou *reconstrução racional* em torno da ação construída e vivida, adquirindo e incorporando *status* de pesquisador, ao mesmo tempo em que elabora, desenvolve e avalia uma proposta de ensino-aprendizado – no meu caso, em ensino de Física.

Quando falamos em investigador ativo não separamos o professor do pesquisador. Não me alinho com a categorização utilizada por Elliott (1996) como pesquisador (teórico), nem professor (prático). Meu objetivo é caminhar na perspectiva do educador-educando e educando-educador de Freire (1987) como investigador ativo.

Zeichner (1998), no texto “Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico”, traz importantes contribuições para esta discussão ao relatar as tensões existentes entre acadêmicos e professores sobre a produção do conhecimento educacional.

Segundo ele, há a necessidade de se eliminar a separação que atualmente existe entre o mundo dos professores-pesquisadores e o mundo dos pesquisadores acadêmicos. A maior parte dos professores não procura a pesquisa educacional para instruir e melhorar suas práticas. Por outro lado, muitos acadêmicos nas universidades rejeitam a pesquisa dos professores das escolas por considerá-la trivial, atórica e irrelevante para seus trabalhos. É raro ver citações do conhecimento produzido pelos professores em artigos de

pesquisadores acadêmicos, ou em programas de formação de professores, assim como também é raro ver esses professores serem chamados para dar palestras em congressos sobre pesquisa educacional.

Zeichner faz uma crítica dizendo que o envolvimento dos acadêmicos nos movimentos do professor como pesquisador tem sido, na sua maioria, para produzir uma literatura acadêmica sobre a pesquisa de professores. Nessa crítica, inclui o trabalho de Carr & Kemmis (1988) e Kemmis & McTaggart (1988) "Como planificar la investigación-acción". O autor lembra que geralmente os pesquisadores universitários não têm usado o processo de investigação-ação para estudar suas próprias práticas.

Na minha compreensão, este pode ser um dos motivos pelos quais não conseguimos romper a dicotomia entre ensino e pesquisa, professor e pesquisador, teoria e prática, ciência e pseudociência. Talvez o mais grave esteja na explicitação do próprio objeto de pesquisa, caso desejemos nos qualificar como investigadores ativos educacionais. Com algumas exceções, essa resistência está na prática dos pesquisadores acadêmicos, na estrutura dos programas de pós-graduação e no entendimento do que seja investigação-ação educacional, bem como no modelo de estruturação e formação inicial de professores. Realmente, alguns acadêmicos consideram os trabalhos de investigação-ação todos iguais e, inclusive, sem rigor científico.

Zeichner reconhece, e concordo com ele, que há um relacionamento de exploração de certos pesquisadores acadêmicos em relação

aos professores e escolas pesquisadas. Mas vê sinais de mudanças. Primeiro, alguns pesquisadores acadêmicos estão se sentindo cada vez mais desconfortáveis em sua posição de apenas estudar o trabalho dos outros e, em segundo lugar, estão cada vez mais aborrecidos em estar revelando falhas de escolas e professores, obtendo com isso apenas vantagens em sua carreira acadêmica.

Penso que está na hora de mudar esse quadro, que inclusive é antiético. Mas também vale perguntar: quem, como e onde esses professores, tão criticados pelos pesquisadores acadêmicos, são formados? O desconforto deve aumentar na medida em que os pesquisadores acadêmicos se dêem conta que são eles mesmos que formam esses professores na universidade. Este é mais um argumento para investirmos forte e radicalmente na formação inicial de professores.

Para Zeichner, os paradigmas da pesquisa participante e da pesquisa-ação, embora não estejam livres de possíveis explorações, têm menos possibilidade de reproduzir o sistema não democrático de relações que tem dominado a pesquisa acadêmica educacional. As escolas também estão reagindo contra tipos de pesquisa que simplesmente usam o professor como objeto de estudo. Elas relutam em aceitar um papel passivo. Uma proposta de escolas é clarear no projeto de pesquisa os benefícios que tal trabalho traria à escola, esclarecendo a contrapartida dos pesquisadores para a escola e seus professores. Na minha compreensão, o problema é mais sério. Trata-se de

concepções de conhecimento e de produção de conhecimento envolvidos.

Muitos dos chamados “projetos de pesquisa colaborativa” (p. 223), segundo o autor, ainda deixam os professores na posição de cidadãos de segunda classe ao participarem de um sistema de regras organizadas pela academia. Afirma ele que a pesquisa colaborativa é um importante caminho para superar a divisão entre acadêmicos e professores, mas não é qualquer pesquisa colaborativa que faz isso.

O que é e o que significa uma pesquisa colaborativa? De que colaboração estamos falando? O que queremos é mudar as regras da academia, mudar currículos, mudar “conteúdos e métodos”. Enfim, mudar a prática educativa.

O objetivo principal dos programas de Zeichner é educar professores para serem pensadores autônomos e práticos reflexivos e para que estejam comprometidos com a educação de alta qualidade para todos os estudantes. Querem engajar seus estudantes em deliberações em torno de diferentes perspectivas em uma ampla variedade de questões educacionais em relação a suas próprias práticas. Em outros termos, não está em seus objetivos formar o pesquisador, ou melhor, o investigador ativo. Nisso nos diferenciamos também. Quero formar o investigador ativo. Trabalhar a formação do professor de Física como investigador ativo, desenvolvendo um programa de investigação-ação na perspectiva de, por um lado, instrumentalizá-los para desenvolver suas práticas como um projeto de pesquisa, e por outro, institucionalizar esses projetos como programa de iniciação científica no curso de licenciatura. Isso significa um projeto

integrado de pesquisa em ensino de Física, em particular, que pode vir a influenciar na reestruturação de outras licenciaturas ou, pelos menos, viabilizar trabalhos colaborativos entre profissionais de diferentes licenciaturas. Quero contribuir com uma proposta inovadora na formação dos profissionais da educação, rompendo com essa concepção de *professor-pesquisador* ou *prático reflexivo*, rompendo assim com essa racionalidade explicitamente prática.

Zeichner defende uma reconceitualização da pesquisa educacional e, ao fazer isso, rejeita a idéia de pesquisa educacional neutra e imparcial, mas diz entender que esse objetivo não será alcançado por acadêmicos falando entre si. Pode-se ultrapassar a linha divisória entre os professores e os pesquisadores acadêmicos – é crucial que sejam alteradas as regras que governam a carreira dos pesquisadores para que aceitem e incorporem mudanças apresentadas neste texto e que seja valorizado o tempo dedicado pelos pesquisadores universitários quando do trabalho junto com professores e escolas.

O autor destaca ainda que a idéia de se tratar seriamente o conhecimento produzido pelos professores como um conhecimento educacional a ser analisado e discutido é uma idéia que ainda ofende a muitos e traz sérias conseqüências para quem assim procede na academia. O que Zeichner propõe é formar novas alianças com os professores, acreditando que os acadêmicos têm importantes contribuições a fazer na produção de conhecimentos educacionais que suportem as reformas escolares e a política de desenvolvimento profissional dos professores. Mas diz que isso será alcançado se eles, os acadêmicos,

perseguirem e desenvolverem um interesse genuíno pelos professores.

De outra parte, Fiorentini, et al (1998), em "Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos", tomam como eixo de estudo a relação teoria-prática e tentam responder à seguinte questão: quais são os saberes docentes e como estes se caracterizam e podem ser apropriados/produzidos pelo professor através da prática pedagógica reflexiva e investigativa? Segundo os autores, o papel atribuído ao professor do ensino fundamental e médio, nos processos de inovação curricular, historicamente pende entre dois extremos: por um lado, reduzido à condição de técnico e, por outro, o professor que luta por autonomia intelectual/profissional que o habilite a atuar como agente ativo/reflexivo que participa das discussões/investigações e da produção/elaboração das inovações curriculares que atenda aos desafios sócio-culturais e políticos de seu tempo.

O problema do distanciamento e estranhamento entre os saberes científicos produzidos pela academia e aqueles produzidos pelos professores na prática docente reside no modo como acadêmicos e professores mantêm relação com esses saberes. Essa relação é decorrente de uma cultura profissional marcada ou pela racionalidade técnica que supervaloriza o conhecimento teórico, ou pelo pragmatismo praticista ou ativista que exclui a formação e a reflexão teórica e filosófica. "Conhecimento" aproxima-se mais da produção científica sistematizada e acumulada historicamente, com regras mais rigorosas de validação tradicionalmente aceitas pela academia. "Saber" representa um modo de conhecer/saber mais dinâmico, menos sistematizado ou rigoroso e mais

articulado a outras formas de saber e fazer relativos à prática, não possuindo normas rígidas formais de validação.

Ao fazerem um breve histórico em torno dos saberes docentes como foco de estudo e interesses, Fiorentini et al (1998) lembram que, embora no início da década de 90 passou-se a reconhecer a complexidade da prática pedagógica e por isso buscou-se novo enfoque e paradigma para compreender a prática docente e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser trabalhado, estes continuam sendo pouco valorizados pelas investigações e pelos programas de formação de professores.

Fiorentini et al (1998), a partir de suas pesquisas e experiências, compreenderam que a capacidade de o professor produzir, na reflexão sobre a prática, uma ação diferente daquela idealizada teoricamente depende sobretudo de sua formação teórico-epistemológica. É justamente esta formação teórica que permite ao professor perceber relações mais complexas da prática. O problema acontece quando, na relação teoria-prática, concebe-se o saber teórico ou aqueles oriundos da produção científica como verdadeiros e indubitáveis, diretamente aplicáveis na prática. E perguntam-se: como aprender a ver os conhecimentos teóricos ou científicos como relativos sem que, no próprio processo de apropriação, estes sejam problematizados ou explorados num contexto de prática? Entendem que os referenciais da prática, além de fundamentais para a significação dos conhecimentos em ação, são impregnados de elementos sociais, ético-políticos, culturais, afetivos e emocionais e que o saber do professor não

reside em saber aplicar o conhecimento teórico ou científico, mas sim em saber negá-lo. Isto significa não aplicar pura e simplesmente este conhecimento, mas transformá-lo em saber complexo e articulado ao contexto em que ele é trabalhado/produzido.

Barth (In: Fiorentini et al 1998) atribui importância tanto à teoria como à prática na construção dos saberes docentes. Argumenta a autora que nada é tão prático como uma boa teoria, porém com a condição de que a teoria possa funcionar como ferramenta de análise para uma situação real. Ela destaca que o caráter evolutivo do saber docente é sempre provisório. Stenhouse (1996) também defende essa provisoriedade.

Para inscrever esta discussão num contexto de prática crítico-ativa, busco fundamentos na teoria social crítica. Em uma concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa, baseamo-nos em Habermas (1987a e 1987b); em Freire (1982, 1983 e 1987) e em Carr & Kemmis (1988), pois estes avançam em relação aos autores analisados anteriormente, ao situar a formação de professores e a prática educacional num contexto de prática educacional dialógico-problematizadora (práxis). Com isso, aponto para a formação do investigador ativo educacional.

Carr & Kemmis (1988) propõem que os próprios professores construam uma teoria de ensino por meio da reflexão crítica sobre seus próprios conhecimentos práticos. Sua proposta está fundamentada nos teóricos da Escola de Frankfurt, em especial em Habermas (os interesses constitutivos do saber). A



proposta por eles elaborada de uma ciência educativa crítica é chamada de *teoria crítica da educação*.

O último bloco de estudo sobre formação de professores – e determinante para meu trabalho de tese – diz respeito a textos e documentos oficiais. O objetivo é compreender o que está ocorrendo no país em termos de Educação e, mais especificamente, em termos de Formação dos Profissionais da Educação.

O impacto de certas medidas contidas em documentos oficiais podem ser prejudiciais, negativos para o incremento da cultura científico-tecnológica deste país a médio e a longo prazo.

Observa-se no Decreto federal nº 3.276, de 6 de dezembro de 1999 (BRASIL, 1999), dispendo sobre a formação em nível superior de professores para atuar na educação básica e outras providências, que, se ele não extingue os cursos de licenciaturas, pelo menos tumultua os trabalhos que vínhamos fazendo nas reformulações nas diferentes subáreas da Educação e principalmente em relação ao Curso de Pedagogia, que a partir dele fica a cargo de Institutos Superiores de Educação. Este documento dicotomiza ainda mais pesquisa e ensino, teoria e prática. Aliás, pelos documentos oficiais, interpreto que o governo está apostando em uma nova racionalidade em termos de formação de professores: uma racionalidade prática.

Além de tudo o que de grave o decreto representa para a

formação de professores no Brasil, entendo que este governo não parece eleger a Educação como um ponto estratégico e meio de elevar a cultura da população. Como o conceito de *professor reflexivo* e/ou *professor-pesquisador* é veiculado nos documentos oficiais? Qual a concepção de *professor-pesquisador* que os autores trazem? E de *pesquisa*? E qual a concepção de *pesquisa-ação* que veiculam? Há proposição de fortalecer a problematização das práticas educacionais?

Em uma primeira leitura, eles parecem propor tudo aquilo que se quer de mudanças. Mas existem questões óbvias demais e, numa segunda leitura mais aprofundada, observa-se que são proposições de um projeto liberal contemporâneo, que não persegue uma racionalidade crítica (emancipatória).

No meu trabalho, o pressuposto que utilizo é o da ação-reflexão-ação. Ou seja, refletir sempre na ação. Construimos uma política de ação baseada em uma teoria para depois analisá-la, pensá-la. Refletir, reconstruir criticamente essa ação a partir dessa teoria. Significa que teremos sujeitos pesquisando e praticando consciente e criticamente a Educação.

Já o texto de Mello (1999) traz idéias para discutir parceria, flexibilidade e diversificação. Propõe um regime de colaboração menos politizado. De sua parte, Grellet (1999) nos convida a aprofundar a idéia de professor reflexivo. O sentido é de aplicação prática do conhecimento, o que significa que há um esvaziamento teórico, como já mencionei acima. O texto passa essa idéia de uma absolutização da prática nos cursos de licenciaturas. O que é uma boa

teoria? Ela pode existir sem ser teórico-prática?

Não se está levando em consideração a formação de professor como um ponto estratégico para fortalecer o crescimento cultural da população. Hoje estamos científico-tecnologicamente semi-alfabetizados no Brasil ou, se se preferir, com alguns alfabetizados científico-tecnologicamente. A longo prazo, como resultado dessas políticas públicas, se colocadas em prática, teremos uma pobreza intelectual, científica e tecnológica muito grande que nos levará ao caos. Corremos o risco de, mesmo com muitos professores diplomados, ver crescer o número de semi-analfabetos.

O aligeiramento nos cursos de formação diminui o tempo de permanência na escola. No entanto, o que vemos da parte do governo é a intencionalidade de tirar as pessoas da escola, reduzindo inclusive o tempo daquelas que ainda conseguiram chegar até ela.

O lado positivo talvez sejam as mudanças que a LDBEN possibilita, caso os grupos de pesquisadores sejam articulados e proponham algo diferente. O documento deixa as escolas com abertura para lançarem uma proposta pedagógica. O grande problema é que, sem uma formação, um trabalho de pesquisa nesta direção ...

O professor, para participar de decisões importantes como projetos, planejamentos, currículos, tem que ter uma leitura teórica mais ampla da realidade. Até mesmo para romper com a imagem da incompetência do professor.

Onde o professor vai conseguir o tempo e o espaço para isso?

A defesa do *prático reflexivo* nos documentos oficiais, respaldados por alguns dos autores estudados anteriormente neste capítulo, na minha compreensão é uma proposta de se institucionalizar o senso comum.

O conceito de *professor reflexivo* e *professor-pesquisador* aparece na literatura e especialmente naqueles autores que estão sendo hoje incorporados ao ideário de educadores e dos próprios reformadores – intelectuais que têm se ocupado das reformas. Pensar no *professor reflexivo* sem pensar esta categoria dentro de uma concepção mais articulada de profissionalidade ou de desenvolvimento profissional, como vem sendo posto neste texto, põe a questão num ato solitário: a prática pela prática. É a isso que denomino de institucionalizar o senso comum.

A partir deste ponto, passo a discutir a questão da produção do conhecimento, problemática central deste trabalho de tese. Já estou em condições de afirmar que a defesa do prático centra-se em uma razão prática e uma concepção equivocada de pesquisa e de produção de conhecimento.

No próximo capítulo procurarei demarcar as diferenças entre um *programa de pesquisa científica lakatosiana*, onde busco fundamentos teórico-práticos, e um *programa de investigação-ação educacional crítico-ativo*.

## **2 PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA E PROGRAMAS DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL: EM BUSCA DE UM PERFIL EPISTEMOLÓGICO**

Nesse capítulo, a tarefa é construir mediações entre programas de investigação científica lakatosiana e programas de investigação-ação educacional. Explicitar como se dá o progresso da ciência educativa. Esse é o eixo maior que vai me servir de indicação para aproximações e diferenciações. O caminho é a reconstrução racional. Para reconstruir e dar uma lógica coerente aos dados de campo, utilizo o viés de programas de pesquisa.

A intenção é incorporar esse conhecimento, essa maneira de ver como a ciência progride, e voltar aos registros – dados de campo – para reconstruí-los racionalmente, reconstruindo assim a história da própria prática educacional à luz da contribuição de Lakatos (1978 e 1979). Significa dar um perfil epistemológico ao meu trabalho. Estabelecendo aproximações entre o Programa de Investigação Científica Lakatosiano (PICL) e Programa de Investigação-Ação Educacional Crítico-Ativo (PIAE) que desenvolvi, abrirei caminho para a reconstrução racional da história da própria prática educacional.

Considero que um programa de investigação-ação educacional (PIAE) é um caminho, com pressupostos bem definidos, para se construir a prática

educacional e elucidar como se dá o processo de conhecimento na profissionalização do educador e de como otimizá-lo. Compreendo que não estudamos epistemologia apenas para entender a ciência. Mas também, e nesse caso, principalmente para apontar onde a epistemologia, isto é, a compreensão do processo de construção do conhecimento, pode iluminar a nossa prática investigativa ativa na problemática de ensino-aprendizagem. Por exemplo, como fazer uma reflexão mantendo a interlocução permanente entre teoria e prática?

O objetivo deste capítulo é buscar alternativas no sentido de se compreender um pouco mais o processo de construção de conhecimento. Parto das diferenças entre a epistemologia lakatosiana e a produção do conhecimento científico em uma proposta educacional dialógica na formação de professores de ciências naturais (Física). Após fazer uma demarcação das diferenças entre o que Lakatos propõe e um programa de investigação-ação educacional, indicamos possíveis mediações que representem resultados preliminares.

*Na investigação emancipadora “ideologia” e “objetividade” se fundem. A primeira, aporta o sentido humano de justiça e transformação que o desinteresse objetivante do positivismo havia enclausurado; a segunda, aporta o sentido epistemológico do conhecimento científico, a força cognitiva para desentranhar as reificações e as injustiças em que vivemos. A relevância humana da emancipação necessita do rigor epistemológico da ciência; o rigor da ciência se humaniza, com a relevância de um conhecimento que é fruto da colaboração e participação democrática dos seres humanos (Angulo, 1992, p. 121. grifo nosso).*

Embora de naturezas diferentes, penso que PPCL e PIAE têm em comum a preservação de pressupostos básicos que determinam um programa. Sem a preservação destes pressupostos, o próprio programa deixa de existir e,

conseqüentemente, a sua possibilidade de vir a ser “progressivo”. Não se trata de adotar regras e procedimentos das ciências naturais nas ciências sociais. São visões distintas. Um programa de investigação-ação na formação de professores de ciências naturais pode ser entendido como uma maneira de organizar processos de ilustração. Cada hipótese construída requer um procedimento para testá-la e, com isso, obtemos a resposta a um problema. No nosso caso, um problema que verse sobre as práticas educacionais em ciências naturais. Em escala menor, cada planejamento ou cada atividade educacional planejada é um experimento construído que vai ser desenvolvido e testado na ação. Cada observação registrada equivale a dados coletados, informações registradas que serão, na auto-reflexão e reflexão, analisadas. A reflexão é coletiva, análise crítica introspectiva, retrospectiva e prospectiva que aqui estou denominando comparativamente de *reconstrução racional* (Lakatos, 1978).

É possível assentar bases epistemológicas para o *fazer educativo*, a partir da *reconstrução racional* da própria prática e da proposta educacional construída e desenvolvida. Para isso, é necessária uma aproximação teórico-prática entre programas de investigação científica lakatosiana e programas de investigação-ação educacional.

Defendo, com essas bases, como podemos pensar e agir em relação às práticas educacionais para caminharmos no sentido à libertação sócio-cultural, com apoio em conhecimentos científicos. Nessa perspectiva, propomo-nos a responder às seguintes questões: é possível pensar os pressupostos epistemológicos e metodológicos dos PIAE no contexto de um PICL (Programa de

Investigação Científica Lakatosiana)? Como se desenvolve o conhecimento científico na visão lakatosiana? Sua plataforma pode alicerçar um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo na formação de professores?

## 2.1 O QUE JUSTIFICA A ESCOLHA PELA EPISTEMOLOGIA LAKATOSIANA?

A importância da epistemologia lakatosiana reside na existência de uma teoria da racionalidade científica. Estabelece traços que distingue ciência de pseudociência. Se quisermos caminhar no sentido de produção do conhecimento científico educacional, é preciso fazer para se diferenciar do que tem caracterizado a formação dos profissionais da educação.

*A demarcação entre ciência e pseudociência não é um mero problema de filosofia de salão: é de vital relevância social e política (Lakatos, 1978, p. 11).*

Meu “fazer diferente” está no contexto da formação de professores. O núcleo desse “fazer diferente” está na produção do conhecimento; por isso a concepção de pesquisa e de conhecimento são importantes, desde que se pretenda fazer ciência. Essa aproximação entre PICL e PIAE torna-se possível pois Lakatos (1978) realçou um certo cunho ou núcleo convencional operante no jogo da ciência. Para isso, ele apresentou a sua doutrina da *metodologia dos programas de investigação científica* que, ora de uma forma ora de outra, vão



decompondo, em seus elementos, o movimento da prática histórica da ciência e com isso nos diz como a ciência progride.

Para ele, a ciência é a mais respeitável forma de conhecimento. A teoria de Newton é a mais poderosa que a ciência produziu, mas o próprio Newton nunca acreditou que os corpos se atraem à distância. Com isso, Lakatos mostra que não é o grau de adesão às crenças que as transforma em conhecimento. Para ele, o traço distintivo do comportamento científico é um certo ceticismo mesmo em relação às teorias mais acalentadas. Afirma Lakatos que o valor cognitivo de uma teoria não tem nada a ver com a sua influência sobre a mente das pessoas. Para ele, o valor científico de uma teoria depende apenas do suporte objetivo que essas conjecturas encontrem nos fatos. No raciocínio científico, as teorias são confrontadas com os fatos; uma das condições centrais do raciocínio científico é que as teorias devam ser sustentadas pelos fatos.

O autor salienta a obstinação dos cientistas. Para ele, os cientistas não são muito influenciáveis. Não abandonam uma teoria apenas porque os fatos a contradizem. Os cientistas normalmente inventam uma hipótese auxiliar qualquer para explicar o que chamam de anomalia ou, se não conseguem explicar o que chamam de mera anomalia, ignoram-na e dirigem suas atenções para outros problemas. Chama a atenção o fato de que os cientistas falam de anomalias, casos rebeldes, e não de refutações.

Lakatos pergunta: qual é o traço distintivo da ciência? Ao responder, defende a *metodologia dos programas de investigação científica*. Em

primeiro lugar, reivindica que a unidade descritiva típica das grandes realizações científicas não é uma hipótese isolada, mas antes um *programa de investigação*. A ciência não é simplesmente ensaio e erro, uma série de conjecturas e refutações. Diz Lakatos que 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 uma vasta *cintura protetora* de hipóteses auxiliares, somado à condição, igualmente ou mais importante, de que o programa de investigação tem também uma “heurística” – que significa um poderoso mecanismo para solucionar problemas e que, com a ajuda de técnicas matemáticas sofisticadas, digere anomalias e até as transforma em comprovações.

Salienta também Lakatos que a unidade básica de apreciação não deve ser uma teoria isolada ou uma conjunção de teorias, mas sim um programa de investigação, com um centro firme convencionalmente aceito (e deste modo mercê de uma decisão provisória irrefutável) e com uma heurística positiva que define os problemas, esboça a construção de uma cintura de hipóteses auxiliares, prevê anomalias e transforma-as vitoriosamente em exemplos, tudo de acordo com um plano pré-concebido.

A teoria da gravitação de Newton, a teoria da relatividade de Einstein, a Física quântica, o marxismo, o freudismo, são para Lakatos *programas de investigação*, cada qual com um núcleo característico e fortemente defendido, uma cintura protetora mais flexível e cada qual com seu elaborado mecanismo

para solucionar problemas. Ao dizer isso, Lakatos (1978) lembra também que todos os programas de investigação que admira têm uma característica comum: todos predizem fatos novos, fatos que programas anteriores ou rivais não tinham sequer idealizado ou tinham até contradito. Em um programa de investigação progressivo, a teoria conduz a fatos novos, até então desconhecidos. Em programas degenerativos, as teorias são fabricadas meramente para enquadrar fatos conhecidos.

Ao defender sua *metodologia de programas de investigação científica*, Lakatos diz que esta não oferece uma racionalidade imediata. A crítica importante é sempre construtiva e não há refutação sem uma teoria melhor. Fala também que Kuhn (1987) está errado ao pensar que as revoluções científicas são mudanças de visão súbitas e irracionais. Na sua compreensão, a história da ciência refuta tanto Popper como Kuhn, pois uma análise mais aprofundada revela como mitos tanto as experiências cruciais popperianas como as revoluções kuhnianas.

## 2.2 HISTÓRIA INTELECTUAL DA CIÊNCIA

*A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega (Kant, Apud Lakatos, 1978, p. 21).*

Ao tomar essa famosa máxima de Kant, Lakatos (1978) tenciona

explicar de que maneira a história da ciência deveria aprender com a filosofia da ciência e vice-versa. Demonstra que a filosofia da ciência fornece metodologias normativas segundo as quais o historiador reconstrói a “história interna” e, desse modo, fornece uma explicação racional do desenvolvimento do conhecimento objetivo. Procura também demonstrar que duas metodologias em competição podem ser avaliadas com o auxílio da história (interpretada normativamente) e que qualquer reconstrução racional da história necessita ser completada por uma “história externa” empírica (sócio-psicológica). Ele apresenta quatro “lógicas da descoberta”, que denomina também de teorias da racionalidade do progresso científico. a) indutivismo, b) convencionalismo, c) falsificacionismo metodológico e d) metodologia dos programas de investigação científica (p. 22-39). Cada uma delas fornece um esquema teórico para a reconstrução racional da história da ciência. Até aqui, o sentido dado por Lakatos ao termo *reconstrução racional* da história da ciência é a maneira de conceber o progresso científico.

De acordo com Lakatos em sua metodologia, as grandes realizações científicas são programas de investigação que podem avaliar-se em termos de alterações progressivas e degenerativas de problemas. As revoluções científicas consistem na substituição de um programa de investigação por outro. Esta metodologia oferece uma nova reconstrução racional da ciência. De acordo com ele, esta metodologia recebe do convencionalismo a permissão para aceitar racionalmente por convenção não só os “enunciados fatuais” espaciotemporalmente singulares, mas também as teorias espaciotemporalmente universais. De fato, isto vem a ser a indicação mais importante para a

continuidade do desenvolvimento científico.

Aquilo que para Popper, Watkins e Agassi é metafísica influente, externa, para Lakatos representa o centro firme interno de um programa: “A natureza pode bradar não, mas o engenho humano pode sempre ser capaz de bradar mais alto” (1978, p. 32).

É muito difícil decidir, especialmente porque não se deve exigir progresso a cada passo, quando um programa de investigação degenerou irremediavelmente ou quando um de dois programas rivais conquistou uma vantagem decisiva sobre o outro. Lembrando mais uma vez que segundo Lakatos, na sua metodologia, tal como no convencionalismo de Duhem, não há lugar para racionalidade imediata. “Só *ex-post* se pode ser sábio” (Lakatos, 1978, p. 34).

Repito que para Lakatos a metodologia de programas de investigação – como qualquer outra teoria da racionalidade científica – deve ser completada pela história empírica externa. Para ele, nenhuma teoria da racionalidade resolverá problemas como os da razão do desaparecimento da genética mendeliana na Rússia soviética na década de 50, por exemplo. Além disso, para explicar diferentes velocidades do desenvolvimento de diferentes programas de investigação podemos necessitar invocar a história externa. A reconstrução racional da ciência (no sentido em que utiliza o termo) não pode ser compreensiva, visto que os seres humanos não são animais completamente racionais, e mesmo quando agem racionalmente podem ter uma teoria falsa sobre suas próprias ações racionais.

Ao discorrer sobre a história interna e externa, ele sintetiza dizendo que a história interna dos indutivistas consiste em alegadas descobertas de fatos sólidos e das chamadas generalizações indutivas; a história interna dos convencionalistas consiste em descobertas fatuais e na construção de sistemas de classificação e sua substituição por outros alegadamente mais simples; a história interna dos falsificacionistas dramatiza as conjecturas arrojadas, os aperfeiçoamentos que se diz serem sempre produtores de um aumento de conteúdo e, acima de tudo, as experiências cruciais negativas vitoriosas; e, finalmente, a metodologia dos programas de investigação acentua a rivalidade teórica e empírica de programas de investigação importantes por longos períodos de tempo, as mudanças progressivas e degenerativas de problemática e a lenta emergência da vitória de um programa sobre o outro.

Para Lakatos (1978, p. 40), "a história da ciência é sempre mais rica que a sua reconstrução racional. Mas a reconstrução racional ou história interna é primária, a história externa só tem uma importância secundária, dado que os problemas mais importantes da história externa são definidos pela história interna". Seja qual for o problema que o historiador da ciência pretenda resolver, é-lhe necessário, em primeiro lugar, reconstruir a parte que concerne ao desenvolvimento do conhecimento científico objetivo, isto é, a parte concernente da história interna. Chama a atenção que o que para o historiador constitui a história interna depende da sua filosofia, esteja ele ciente disso ou não. A maior parte das teorias do aumento do conhecimento são teorias do aumento do conhecimento separado. Se uma experiência é ou não crucial, se uma hipótese é

altamente provável à luz da evidência disponível, se uma mudança de problemática é ou não progressiva, não depende de modo nenhum das crenças, personalidades ou autoridade dos cientistas. Estes fatores subjetivos não têm qualquer interesse para uma história interna. Segundo Lakatos, não é unicamente o êxito ou o fracasso de um programa que podem ser avaliados de modo retrospectivo, mas também o seu conteúdo. A história interna não é simplesmente uma seleção de fatos metodologicamente interpretados; ela pode ser ocasionalmente a sua versão radicalmente melhorada.

O autor mostra como as metodologias podem ser criticadas sem qualquer referência direta a uma epistemologia - ou até lógica - e sem utilizar diretamente uma crítica lógico-epistemológica. A idéia básica desta crítica é que todas as metodologias funcionam como teorias ou programas de investigação historiográficas ou meta-históricas e podem ser criticadas, criticando-se as reconstruções históricas racionais a que conduzem. Saliencia Lakatos que, se a metodologia de um historiador fornece uma reconstrução racional pobre, ele pode interpretar mal a história, de tal modo que esta coincida com a reconstrução racional, ou decidir que a história da ciência é muito irracional.

Lakatos (1978) nos lembra que críticas historiográficas do falsificacionismo ingênuo foram intentadas por Polanyi, Kuhn, Feyerabend e Holton. Polanyi - e, aparentemente, Holton - concluiu que embora possa ser feita uma apreciação científica racional correta em casos particulares, uma teoria geral da racionalidade científica é impossível. Para Lakatos (1978) todas as metodologias, todas as reconstruções racionais podem ser historiograficamente

falsificadas: a ciência é racional, mas sua racionalidade não pode ser subordinada às leis gerais de qualquer metodologia. Feyerabend, por seu lado, concluiu que não só não é possível uma teoria geral da racionalidade científica, mas também não existe uma racionalidade científica. Deste modo, Polanyi inclinou-se para o autoritarismo conservador, enquanto Feyerabend se inclinou para o anarquismo cético. Kuhn surgiu com uma versão muito original da mudança irracional da autoridade racional.

Lakatos cedo descobriu que também a sua metodologia pode ser falsificada, pela simples razão de que nenhum conjunto de opiniões humanas é completamente racional e, por isso, nenhuma reconstrução racional pode alguma vez coincidir com a história. Essa convicção levou-o a propor um novo critério construtivo, segundo o qual as metodologias enquanto reconstruções racionais da história podem ser apreciadas.

A metodologia dos programas de investigação prediz fatos históricos novos, inesperados, à luz das historiografias existentes (internas e externas), e ele espera que estas predições sejam corroboradas pela investigação histórica. Se isso acontecer, então a metodologia dos programas de investigação científica se constituirá ela própria numa alteração de problemas progressiva. O progresso na teoria da racionalidade científica é assinalado por descobertas de fatos históricos novos, pela reconstrução de volume crescente de história impregnada de juízos de valor, como racional. Por tudo isso, as reconstruções racionais permanecem para sempre submersas num oceano de anomalias, que terão eventualmente de ser explicadas ou por uma melhor reconstrução racional



ou por uma teoria empírica externa.

### **2.3 O QUE É RECONSTRUÇÃO RACIONAL DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA?**

Para definir reconstrução racional da história da ciência e com isso testar sua metodologia de programas de investigação científica como uma teoria da racionalidade científica, Lakatos (1978) realiza a reconstrução racional do programa copernicano.

Ao analisar o programa de investigação copernicano, ele afirma que o problema central da filosofia da ciência é o problema da apreciação normativa de teorias científicas e, em particular, o problema da enunciação de condições universais em relação às quais uma teoria é científica. O problema da demarcação generalizada está intimamente ligado ao problema da racionalidade da ciência, e a solução deve proporcionar orientação relativa a saber quando é que a aceitação de uma teoria científica é racional ou irracional. Ele exemplifica dizendo que ainda não existe qualquer critério universal sobre o qual se tenha chegado a acordo e com base no qual possamos afirmar se a rejeição da teoria copernicana pela igreja em 1616 e/ou se a rejeição da genética mendeliana pelo partido comunista soviético em 1949 foram ou não racionais.

Lakatos (1978) define o termo “revolução copernicana” como a hipótese segundo a qual é a Terra que se move em torno do Sol e não vice-versa.

Ou, diz ele para ser mais preciso, o próprio sistema fixo de referência para o movimento planetário é constituído pelas estrelas fixas e não pela Terra. Por acaso, a revolução copernicana pode explicar-se como racional com base na metodologia dos programas de investigação científica. Assim, define metodologia de investigação científica como a definição universal de progresso, representando uma melhoria em comparação às anteriores metodologias demarcacionistas. Ao caracterizar a metodologia dos programas de investigação científica diz que sua unidade de apreciação não é uma hipótese ou uma conjunção de hipóteses. Que um programa de investigação é antes um tipo especial de mudança de problemática. Consiste numa série de teorias em desenvolvimento e estruturadas. A partir da especificação da unidade da ciência como um programa de investigação, Lakatos passa a estabelecer as leis para a apreciação de programas. Define um programa de investigação como teoricamente progressivo se cada modificação conduzir a novas e inesperadas predições. E é empiricamente progressivo se pelo menos algumas destas novas predições forem corroboradas. O exemplo supremo de um programa progressivo é oferecido pelo programa de Newton, pois este antecipou com êxito fatos novos, como o regresso do cometa Halley, a existência e a trajetória de Netuno e o abaulamento da Terra. Salienta o autor que um programa de investigação nunca resolve todas as suas anomalias; as refutações são sempre abundantes. Mas o que importa, segundo Lakatos, são uns poucos sinais dramáticos de progresso empírico. Esta metodologia contém uma noção de progresso heurístico: as sucessivas modificações da cintura protetora devem obedecer ao espírito da heurística.

Então, segundo Lakatos (1978), Copérnico não criou um programa completamente novo; ressuscitou a versão de Aristarco do programa platônico. O centro firme deste programa é a afirmação de que as estrelas fornecem o quadro de referência essencial para a Física. Assevera o autor que Copérnico não inventou uma nova heurística, mas tentou restaurar e rejuvenescer a heurística platônica. Sendo assim, do ponto de vista da metodologia de programas de investigação científica, o programa copernicano não foi posteriormente desenvolvido, mas, antes, abandonado por Kepler, Galileu e Newton. Isto é consequência direta da mudança de ênfase das hipóteses de "núcleo firme" para a heurística.

Lakatos (1978) conclui dizendo que a revolução copernicana tornou-se uma grande revolução científica não porque tenha modificado a *weltanschauung* europeia, nem porque se tornou também uma mudança revolucionária da visão do homem do seu lugar no universo, mas simplesmente porque foi cientificamente superior. Isto significa, a seu ver, que o programa de Copérnico foi superior ao de Ptolomeu em todos os três critérios habituais utilizados para apreciar os programas de investigação: progresso teórico, empírico e heurístico. Predisse um largo leque de fenômenos, foi corroborado por fatos novos e, a despeito dos elementos degenerativos do *De Revolutionibus*, tinha mais unidade heurística do que o *Almagesto*. Os próprios problemas do historiador são determinados pela teoria da apreciação. Neste caso, Lakatos defende que

*todos os historiadores da ciência que distinguem entre progresso e degenerescência, ciência e pseudociência, são obrigados a utilizar uma*

*premissa de apreciação do “terceiro mundo” ao explicarem a mudança científica. É o uso de uma tal premissa nos esquemas explicativos que descrevem a mudança científica que chamei “reconstrução racional da história da ciência”. Existem diferentes reconstruções racionais rivais para qualquer mudança histórica e uma reconstrução é melhor do que outra se explica uma maior quantidade de história da ciência; isto é, as reconstruções racionais da história são programas de investigação, com uma apreciação normativa como núcleo firme e hipóteses psicológicas (e condições iniciais) na cintura protetora (1978, p. 106-7 grifos nossos).*

Para finalizar esse ensaio, Lakatos (1978, p. 107) esclarece alguns pontos questionados em sua teoria. Em primeiro lugar, diz não ser verdade que proponha uma reconstrução racional da história da ciência oposta à sua descrição e explicação. Sustenta ele que todos os historiadores da ciência que defendem que o progresso da ciência é o progresso no conhecimento objetivo utilizam uma reconstrução racional. Em segundo lugar, no seu próprio programa de reconstrução racional não há qualquer tentativa de se proteger da história real: todas as histórias da ciência são sempre filosofias a forjarem exemplos.

#### **2.4 CONTEXTUALIZANDO A EPISTEMOLOGIA E METODOLOGIA DE PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA**

Lakatos (1979) defende que “uma teoria só será ‘aceitável’ ou ‘científica’ se tiver um excesso corroborado de conteúdo empírico em relação à sua predecessora ou rival, isto é, se levar à descoberta de fatos novos” (p. 142). Para o “falseacionismo sofisticado” que expõe, aprender alguma coisa no tocante

a uma teoria é aprender, em primeiro lugar, que novos fatos foram por ela antecipados e que, para a espécie de empirismo que propugna, a única evidência pertinente é a antecipada por uma teoria. A empiricidade ou caráter científico e o progresso teórico estão ligados inseparavelmente. "Aprender com a experiência" é uma idéia normativa; portanto, todas as teorias puramente empíricas da aprendizagem não atinam com o âmago do problema. Exemplifica dizendo que a teoria de Einstein não é melhor que a de Newton porque a teoria de Newton foi refutada e a de Einstein não o foi; existem muitas anomalias conhecidas na teoria einsteiniana. A teoria de Einstein, a seu ver, é melhor do que - isto é, representa progresso quando comparada com - a teoria de Newton porque explica tudo que a teoria de Newton explicava com êxito, e explica também, até certo ponto, algumas anomalias conhecidas. Além disso, proibia acontecimentos como a transmissão da luz ao longo de linhas retas perto de grandes massas, assunto a respeito do qual a teoria de Newton nada dissera, mas que haviam sido permitidas por outras teorias científicas bem corroboradas da época. Ademais, pelo menos parte do inesperado excedente de conteúdo einsteiniano era de fato corroborado - por exemplo, pelas experiências do eclipse.

Segundo Lakatos, a própria escolha da forma lógica em que se há de expressar a teoria depende, em grande parte, de nossa decisão metodológica. Assim, a escolha racional da forma lógica de uma teoria depende do estado do nosso conhecimento.

*No modelo pluralístico a colisão não se verifica "entre teorias e fatos" mas entre duas teorias de alto nível: entre uma teoria interpretativa para*

*fornecer os fatos e uma teoria explanatória para explicá-los; e a teoria interpretativa pode estar num nível tão elevado quanto a teoria explanatória. (...) ... o problema é saber que teoria considerar como a teoria interpretativa, que fornece ao fatos 'concretos' e que teoria considerar como teoria explanatória, que "tentativamente" os explica (Lakatos, 1979, p. 158).*

Lembra-nos o autor que é uma sucessão de teorias, e não uma teoria determinada, que se avalia como científica ou pseudocientífica. Mas, segundo ele, os elementos dessa série de teorias costumam estar ligados por notável continuidade que os solda em programas de pesquisa. Essa continuidade desempenha um papel vital na história da ciência. Os principais problemas da lógica da descoberta só podem ser satisfatoriamente discutidos na estrutura de uma metodologia dos programas de pesquisa.

## **2.5 Os PRESSUPOSTOS DE LAKATOS PARA A MPPC**

A ciência é concebida como um imenso programa de pesquisa, Lakatos postula (1979). Ela se mantém crítica, racional, dinâmica e em evolução pela competição de teorias ou, mais precisamente, pela competição de programas de pesquisa. A ciência como um todo poderia ser vista como um grande programa de pesquisa, portem não é interesse dele discutir a ciência como um todo, mas sim casos isolados. "(...) o que tenho sobretudo em mente não é a ciência como um todo, senão programas particulares de pesquisa, como o conhecido por metafísica cartesiana" (p. 162). Mesmo como casos isolados ou programas

particulares de pesquisa, só se desenvolvem se houver rivalidade entre eles, quando houver competição. Para Lakatos (1979), “a história da ciência tem sido, e deve ser, uma história de programas de pesquisa competitivos (ou se quiserem, de ‘paradigmas’), mas não tem sido, nem deve vir a ser, uma sucessão de períodos de ciência normal: quanto antes se iniciar a competição, tanto melhor para o progresso” (p. 191). Para ele um programa de pesquisa é definido como “um conjunto muito fértil de problemas” (p. 180). Sendo assim, só aceita as transferências de problemas como científicas se elas forem pelo menos teoricamente progressivas; se não forem, rejeita-as como “pseudocientíficas”. Neste caso, o progresso da ciência mede-se pelo grau em que a série de teorias conduz à descoberta de fatos novos. Um fato novo deve ser algo improvável ou mesmo impossível à luz do conhecimento anterior. O progresso depende do surgimento desses fatos novos que reavivem os pesquisadores, desafiando-os a buscar respostas.

A mudança de um programa para outro é algo suave, acontece aos poucos. Não existe a possibilidade de a comunidade científica sair de um programa de pesquisa e adotar um outro. Em vez disso, o programa vai degenerando se não tem financiamento, se não consegue publicar e, principalmente, se não prediz fatos novos. Lakatos não cria critérios para que um novo programa de pesquisa seja iniciado. Isso se verifica quando ele vai tratar do ponto principal de sua metodologia, que é o núcleo e a heurística negativa. Ele não constrói essa heurística com bases em critérios lógicos e racionais; deixa-a a cargo de decisão metodológica dos cientistas que criam aquele programa.

Inclusive recebe críticas por isso, o que mostra o quanto ele estava indefinido. Se, por um lado, não admitia a não-racionalidade de Kuhn quanto ao modelo de mudança paradigmática – “a revolução científica é irracional, uma questão da psicologia das multidões” (p. 221) –, por outro não aceitava a refutação implacável de Popper.

Em sua metodologia de programas de pesquisa científica, observa Lakatos, quem decide qual é a política do programa – a heurística negativa e a heurística positiva – e que o núcleo é intocável é a comunidade científica. Sendo assim, o núcleo é convencionalmente aceito por decisão metodológica dos protagonistas, decisão compartilhada por uma comunidade de pesquisadores. Não se trata da racionalidade em Popper, nem da ‘nova racionalidade’ de Kuhn, mas de um novo padrão de racionalidade. A racionalidade não vem só por critérios lógicos, mas também pela comunicação, pelo diálogo entre os participantes. Quando a comunidade delibera que aquilo está certo, isso é também racional. A subjetividade é contemplada no processo de conhecer e, neste caso, aponta a possibilidade para leituras diferentes. Como exemplo, pode-se citar as interações dialógicas e de busca de entendimentos dessa epistemologia estudada no sentido de *iluminar a solução de problemas da prática educacional*.

O modelo lakatosiano de progresso científico, optando por séries de teorias imbricadas que devem ser consideradas como um todo estruturado, é um modelo pluralístico em que teorias diferentes convivem. Isto reforça em parte a idéia de programas de pesquisa.



*Num modelo pluralístico podemos decidir, alternativamente, considerar a teoria de nível mais elevado como teoria interpretativa para julgar os “fatos” obtidos de fora; em casos de conflito podemos rejeitar os “fatos” como “monstros”. Num modelo pluralístico de teste, várias teorias - mais ou menos dedutivamente organizadas - estão soldadas umas nas outras” (Lakatos, 1979, p. 159).*

Chalmers (1993) chama a atenção para a Metodologia de Programas de Investigação Científica de Lakatos, dizendo que podemos citar alguns motivos para que as teorias devam ser vistas como estruturas organizadas de alguma maneira: o fato do estudo histórico demonstrar que as teorias possuem essa característica e o fato de que é somente por meio de uma teoria coerentemente estruturada que os conceitos adquirem um sentido preciso e têm origem também na necessidade da ciência de crescer. É importante destacar que essas teorias também devem ser estruturas abertas para que se constituam em um programa de pesquisa. Talvez pelo fato de as teorias serem estruturas abertas é que seu modelo é mais elástico, prevê programas de pesquisa em competição e pode abrir espaço para a criação.

## **2.6 METODOLOGIA DOS PROGRAMAS DE PESQUISA CIENTÍFICA LAKATOSIANA**

Lakatos (1979) aponta que a própria escolha da forma lógica em que se há de expressar a teoria depende, em grande parte, de nossa decisão metodológica. Assim, a escolha racional da forma lógica de uma teoria depende do estado do nosso conhecimento. Somente séries de teorias e não teorias

isoladas podem ser classificadas como científicas ou não-científicas. Até a forma lógica de uma teoria só pode ser racionalmente escolhida com base numa avaliação crítica do estado do programa de pesquisa em que ela está encaixada. No modelo pluralístico, a colisão não se verifica entre teorias e fatos, mas entre duas teorias de alto nível: entre uma teoria interpretativa para fornecer os fatos e uma teoria explanatória para explicá-los. A teoria interpretativa pode estar num nível tão elevado quanto a teoria explanatória. Segundo Lakatos, o problema é saber que teoria considerar como a teoria interpretativa, que fornece os fatos concretos, e que teoria considerar como teoria explanatória, que tentativamente os explica.

“Não podemos livrar-nos do problema da ‘base empírica’, se quisermos aprender com a experiência, mas podemos tornar nosso aprendizado menos dogmático - mas também menos rápido e menos dramático” (Lakatos, 1979, p. 161). O programa consiste em regras metodológicas; algumas nos dizem quais são os caminhos de pesquisa que devem ser evitados (heurística negativa), outras nos dizem quais são os caminhos que devem ser palmilhados (heurística positiva). Pode-se assinalar que a heurística negativa e a positiva dão uma definição tosca, implícita, do “referencial conceitual”.

*Mas o que tenho sobretudo em mente não é a ciência como um todo, senão programas particulares de pesquisa, como o conhecido por “metafísica cartesiana”. A metafísica cartesiana, isto é, a teoria mecanicista do universo - de acordo com a qual o universo é um imenso mecanismo de relógio (e um sistema de vórtices) que tem o impulso como única causa do movimento - funcionou como poderoso princípio heurístico. Desestimulava o trabalho em teorias científicas que como a versão essencialista da teoria de Newton de ação a distância fossem incompatíveis com ela (heurística negativa) e, de outro lado, estimulava*

*o trabalho sobre hipóteses auxiliares que poderiam tê-la salvo da aparente evidência contrária - como as elipses keplerianas (heurística positiva) (Lakatos, 1979, p. 163).*

### 2.6.1 Heurística negativa: o “núcleo” do programa

Na distinção de Lakatos (1979), todos os programas de pesquisa científica podem ser caracterizados pelo “núcleo”. A heurística negativa do programa nos proíbe dirigir o *modus tollens* para esse “núcleo”. Ao invés disso, precisamos utilizar nosso engenho para articular ou mesmo inventar hipóteses auxiliares, que formam um cinto de proteção em torno do núcleo, e precisamos redirecionar o *modus tollens* para elas. Esse cinto de proteção de hipóteses auxiliares tem de suportar o impacto dos testes e ir se ajustando e reajustando, ou mesmo ser completamente substituído, para defender o núcleo assim fortalecido. O programa de pesquisa será bem-sucedido se tudo isso conduzir a uma transferência progressiva de problemas, porém malsucedido se conduzir a uma transferência degenerativa de problemas.

Repetidas vezes o autor nos afirma que um exemplo de programa de pesquisa bem-sucedido é a teoria gravitacional de Newton e que, quando este programa foi produzido pela primeira vez, viu-se submerso num oceano de anomalias e enfrentou a oposição das teorias observacionais que sustentavam tais anomalias. Segundo Lakatos, os newtonianos, contudo, transformaram, com tenacidade e engenho, um contra-exemplo depois do outro em exemplos corroborativos. Na visão de Lakatos, no programa de Newton a heurística negativa nos sugere que desviemos o *modus tollens* das três leis da dinâmica e da lei da

gravitação de Newton. Esse “núcleo” é irrefutável por decisão metodológica de seus protagonistas: as anomalias só devem conduzir a mudanças no cinto protetor da hipótese auxiliar, observacional e das condições iniciais.

No entender de Lakatos (1979), o núcleo real de um programa não emerge, na realidade, completamente amarrado. Desenvolve-se aos poucos, por um longo processo preliminar de ensaio-e-erro. Nesse ensaio não se discute o citado processo. Vai-se construindo no processo.

A idéia da “heurística negativa” de um programa de investigação científica racionaliza de forma considerável o convencionalismo clássico. Podemos decidir racionalmente, não permitindo que refutações transmitam falsidade ao núcleo enquanto aumenta o conteúdo empírico corroborado do cinto protetor de hipóteses auxiliares.

### **2.6.2 Heurística positiva: a construção do “cinto de proteção” e a relativa autonomia da ciência teórica**

Segundo Lakatos (1979), os programas de investigação, além da sua heurística negativa, caracterizam-se também pela sua heurística positiva. As anomalias nunca se esgotam de todo; não se deve pensar, porém, que anomalias ainda não explicadas são compreendidas ao acaso, e o cinto de proteção construído de forma eclética, sem nenhuma ordem pré-concebida. No seu entender, a ordem costuma ser decidida no gabinete do teórico, independentemente das anomalias conhecidas. Poucos cientistas teóricos empenhados num programa de pesquisa dão indevida atenção a refutações. Eles

têm uma política de pesquisa a longo prazo que as antecipa. Essa política, ou ordem, de pesquisa é exposta na heurística positiva do programa.

A heurística negativa especifica o “núcleo” do programa de investigação, que é irrefutável por decisão metodológica dos seus protagonistas. A heurística positiva consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as variantes refutáveis do programa de investigação, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção refutável.

A heurística positiva do programa – uma espécie de planejamento – impede que o cientista se confunda no oceano de anomalias. A heurística positiva apresenta um programa que inclui uma cadeia de modelos cada vez mais complicados, que simulam a realidade. A atenção do cientista focaliza-se na construção dos modelos de acordo com as instruções que figuram na parte positiva do programa. “Um ‘modelo’ é um conjunto de condições iniciais (possivelmente junto com algumas teorias observacionais) que se sabe condenado a ser substituído durante o subsequente desenvolvimento do programa, e que até se sabe mais ou menos como o será” (Lakatos, 1979, p. 167).

De acordo com Lakatos, podemos avaliar os programas de investigação, mesmo depois da sua eliminação, pela sua *força heurística*: quantos fatos novos produziram, até onde ia a capacidade deles para explicar suas refutações no decorrer do crescimento. Os problemas racionalmente escolhidos por cientistas que trabalham em poderosos programas de investigação são determinados pela heurística positiva do programa muito mais do que pelas

anomalias psicologicamente preocupantes ou tecnologicamente urgentes. Embora arroladas, as anomalias são postas de lado na esperança de que se transformem, com o tempo, em corroborações do programa. Na compreensão de Lakatos, só precisam concentrar atenção em anomalias os cientistas empenhados em exercícios ensaio-e-erro ou que trabalham numa fase degenerativa de um programa de investigação, que é quando a heurística positiva perde o gás.

## **2.7 OS PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS E METODOLÓGICOS DE UM PIAE**

Um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo assenta-se em pressupostos epistemológicos e metodológicos objetivados pela teoria crítica, cujo objetivo central foi o de reconsiderar a relação entre o teórico e o prático à luz das críticas contra as visões naturalísticas e interpretativas da ciência.

Segundo Carr & Kemmis (1988), dada a importância do aporte científico, o dilema principal para a teoria crítica consistia em desenvolver uma concepção de ciência social crítica que combinasse de alguma maneira as intenções práticas que informam a noção clássica da práxis com o rigor e a capacidade de explicação associada à ciência moderna. Desse modo a teoria crítica quis resgatar das ciências sociais o domínio das naturais, preservando as preocupações da “filosofia do prático” clássica para com as qualidades e os

valores inerentes à vida humana.

Jürgen Habermas, um dos teóricos críticos contemporâneos mais destacados, vem empenhando esforços na construção de uma teoria social crítica em função da qual se obtenha tal síntese. Ao longo de várias obras Habermas (1987 a e b) desenvolveu a idéia de uma ciência social crítica que pudesse situar-se entre a filosofia e a ciência. Para ele, devemos entender a ciência como uma forma de saber entre outras, e só.

O autor elaborou uma teoria do conhecimento que mina o cientificismo de duas maneiras: primeiro, enquanto procura demonstrar que a ciência somente oferece um tipo de conhecimento dentre outros, tenciona refutar toda a pretensão de que a ciência seja capaz de definir as normas em vista das quais se vai julgar qualquer saber; de uma segunda maneira, trata de revelar como os diferentes tipos de saberes estão configurados pelo interesse humano a que servem. À sua teoria, dá o nome de "teoria dos interesses constitutivos de saberes".

O que estaria faltando é um método que libere os indivíduos da eficácia causal desses problemas sociais que distorcem a comunicação e o entendimento, permitindo-lhes assim dedicar-se à construção crítica das possibilidades e dos desejos de emancipação. Seguindo Marx, Habermas postula que o método necessitado pela ciência social crítica é o da crítica ideológica.

A idéia de uma ciência social crítica dada por ele é de um processo social que combina colaboração no processo da crítica com a vontade

política de atuar para superar as contradições da ação social e das instituições sociais com racionalidade e justiça. A ciência social crítica será aquela que, vindo além da crítica, aborde a práxis crítica, ou seja, uma forma de prática em que a ilustração dos agentes tenha sua consequência direta em uma ação social transformadora. A seu ver, isto requer uma interlocução da teoria e da prática em momentos reflexivos e práticos de um processo dialético de reflexão, ilustração e luta política, realizados por grupos cujo objetivo é sua própria emancipação.

Em seu livro "Teoria e práxis", Habermas esclarece essa relação no momento que discute a organização da ilustração, processo social por meio do qual se inter-relacionam as idéias do teórico e as exigências do prático. Neste sentido, uma ciência social crítica direcionada para uma prática ilustradora e para praticantes ilustradores distingue três funções na mediação do teórico e do prático: seus elementos teóricos (teoremas críticos) e a maneira como se desenvolvem e são postos à prova (projeto integrado); seus processos para a organização da ilustração (projetos particulares) e seus processos para a organização da ação (atividades educacionais).

Sendo assim, pode-se dizer que a ciência social crítica é um processo de reflexão que exige a participação do investigador na ação social estudada, em que os participantes se convertem em investigadores.

Em uma visão crítico-ativa de investigação-ação educacional, o objeto de pesquisa dos investigadores ativos são suas próprias práticas educacionais, a compreensão que eles têm dela e a compreensão que eles têm



da situação em que estas se realizam.

Os investigadores ativos discordam da visão positivista porque esta considera os objetos de pesquisa como fenômenos externos e independentes do investigador. Mediante a investigação-ação, compreendem suas práticas, seus entendimentos e as situações como algo próprio, com o qual estão comprometidos em construir e criar como ação educativa. Rejeitam a visão meramente técnica e instrumental da relação entre o teórico e o prático. Discordam que a teoria deve guiar a prática ou que a prática serve para testar uma teoria. Os grupos em ação planejam a própria ação, porém tendo sempre um arcabouço teórico que a embasa. Ao fazer a reflexão, ou viver o processo reflexivo, os participantes, além de mudar suas práticas, mudam também a teoria. Nesse processo dialético, ao planejar e elaborar sua ação prática, os participantes inter-relacionam as idéias contidas nas teorias com as exigências da prática.

De acordo com Carr e Kemmis (1988), a relação teoria-prática ocorre na ação. Contudo, "isto requer uma interação da teoria e a prática em momentos reflexivos e práticos de um processo dialético de reflexão, ilustração e luta política, realizado pelos grupos com o objetivo de sua própria emancipação" (p. 157). Por outro lado, não aceitam a exclusividade de uma visão interpretativa, pelo subjetivismo nas interpretações que fazem em relação às práticas, à compreensão dessas práticas e das situações educativas. Eles as entendem segundo as idéias do investigador. Não concordam que basta mudar a forma de pensar para que se produzam as mudanças da realidade social; concordam, no entanto, que este é um começo para mudar a educação, porém não suficiente

para obter transformações sociais.

Neste enfoque da investigação-ação, faz-se necessário uma racionalidade diferente dos enfoques estritamente positivista ou interpretativo. Carr e Kemmis (1988) entendem que esta atividade humana ganha sentido e transcendência justamente por estar sendo interpretada e julgada pelos que atuam efetivamente como agentes sociais. Daí a necessidade de, por meio da linguagem - diálogo -, compartilharem suas práticas educacionais com outras pessoas que tenham as mesmas preocupações temáticas. Entendo que a investigação-ação, ao objetivar a problematização e a mudança nas práticas educativas, estará necessariamente conectada em uma concepção crítica de verdade - enquanto razão de uma pluralidade de vozes - e de ação, social e historicamente construídas - enquanto ação comunicativa e intersubjetiva (Habermas, 1990).

Numa visão positivista, o investigador é objetivista. Na visão interpretativa, o investigador é subjetivista, pois se utiliza das interpretações subjetivas para compreender a sua realidade social. Na investigação-ação educacional crítico-ativa, os investigadores ativos se valem de uma racionalidade dialética.

*Reconhecem que as situações sociais compreendem aspectos objetivos no que nenhum indivíduo particular pode influir em um momento dado e que para mudar a maneira de atuar das pessoas pode ser necessário mudar a maneira com que tais fatores limitam a ação, ao mesmo tempo admitem que o entendimento "subjetivo" que as pessoas têm das situações também pode ser outro fator limitativo da ação e que é possível mudar esse entendimento (Carr & Kemmis, 1988, p. 194).*

Ainda sobre a racionalidade alternativa da investigação-ação

educacional crítico-ativa, Carr & Kemmis dizem: "Esta dupla dialética do teórico e o prático por um lado, e o indivíduo e a sociedade por outro, se fará no núcleo da investigação-ação como processo participativo e colaborativo de auto-reflexão" (p. 195).

A unidade dialética entre teoria e prática - práxis - em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativa está relacionada ao conceito de prática. Nesta concepção, a ação reflexiva da prática pode transformar a teoria que a guia e vice-versa. Sendo assim, nesse processo dialético a teoria está sujeita a mudanças, assim como a prática. Isto implica que uma é continuamente modificada e revisada pela outra. Essa mesma dialeticidade se observa entre o indivíduo e a sociedade, que aqui pode ser particularizado para o individual e o coletivo de uma comunidade de investigadores ativos. A teoria sem a prática é ideologia, a prática sem a teoria é empiria cega.

Esta mesma relação dialética também é observada entre os momentos de uma investigação-ação educacional crítico-ativa. Ou seja, na espiral auto-reflexiva de ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão esta qualidade está presente: a dialética entre análise retrospectiva e ação prospectiva. Com base nas reflexões, planeja-se uma nova ação; porém, mesmo sendo ela controlada pelo planejamento, não há total controle do que vai acontecer, uma vez que os juízos práticos dos participantes podem estar equivocados e os resultados podem ser outros que não os esperados. "A melhora das práticas educativas, dos entendimentos e das situações depende de uma espiral de ciclos em que a ação estará submetida a um controle programático" (Carr & Kemmis, 1988, p. 196).

Em termos epistemológicos, são necessárias considerações em relação à espiral auto-reflexiva e em como relacionar o entendimento retrospectivo com a ação prospectiva, pois a investigação-ação educacional crítico-ativa requer uma epistemologia diferenciada. Parafraseando Carr & Kemmis, o enfoque positivista baseia-se em leis científicas preestabelecidas e por isso é uma intervenção controlada; já o enfoque interpretativo baseia-se no juízo prático do investigador, em suas observações anteriores. A investigação-ação, pode-se dizer, agrega parte de cada uma dessas visões, pois implica tanto numa intervenção controlada como no juízo prático.

Essa dialeticidade entre entendimento retrospectivo e a ação prospectiva – dentro de um contexto de investigação-ação educacional crítico-ativo, de uma rede de comunidades auto-reflexivas –, pode ser entendida como um “programa organizado de reforma educativa” (Carr & Kemmis, 1988, p. 197). “A investigação-ação é uma forma de indagação auto-reflexiva levada adiante pelos participantes nas situações com o objetivo de melhorar a racionalidade e o juízo de suas próprias práticas, sua compreensão sobre as mesmas e a situação em que as mesmas são realizadas” (p. 174).

Um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo não é algo que possa ser construído individualmente ou, pelo menos, não teria os mesmos resultados se o fosse. É um processo coletivo e colaborativo, que requer o trabalho em parceria com outros indivíduos que compartilham das mesmas preocupações temáticas. Esta é uma característica que o programa tem e que pode sustentar um processo de formação inicial de professores de Física como

programa de iniciação científica.

Como podemos viver um processo/programa de investigação-ação de fato em nossas turmas?

Em primeiro lugar delimita-se uma situação-problema, um questionamento acerca daquilo que os participantes fazem em educação concretamente. Como melhorar essa prática? Como compreender melhor essa prática e a situação social onde ela se realiza? Que mudanças são desejáveis? Que atividades educacionais em Física elaborar? A isso Kemmis & McTaggart chamam de *preocupação temática*: "A preocupação temática não deve confundir-se com método utilizável para melhorar as coisas. Deve propiciar a formulação da natureza problemática de uma determinada preocupação educativa e não aceitar ou propor acriticamente um método ou meio educativo supostamente melhor" (1988, p. 14).

Delineada a preocupação temática, é hora de planejar a investigação-ação, que está constituída de quatro momentos: planejamento, ação, observação e reflexão, os quais se inter-relacionam formando ciclos de espiral auto-reflexiva. Segundo Lewin (1978), a espiral auto-reflexiva é formada de ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão, seguida de novo planejamento, mais ação, observação e reflexão ulteriores que se repetem sucessivamente, formando camadas na espiral em exponencial.

Em torno da situação-problema que necessariamente deve estar centrada em determinada prática é feito o planejamento. Os participantes do grupo

planejam a ação que irá buscar soluções para o problema. No planejamento, que é um momento construtivo, elaboram-se os passos da ação futura. Porém, no decorrer da ação é possível que haja alterações. Por isso, esse momento deve ser redirecionável e flexível.

Enquanto se realiza a ação é feito um registro de dados com o objetivo de sempre olhá-los como uma forma de rever a ação e o planejamento. O objetivo da observação é documentar o que ocorre na ação, que servirá de base para a *reflexão/reconstrução racional*. A observação é parte do processo metodológico. A reflexão é o momento em que, baseados nos dados da observação, ponderamos e avaliamos o que ocorreu na ação, de acordo com o que foi feito no planejamento. Em cada ciclo da espiral, a ação prática se fortalece e a prática vai sendo cada vez mais aperfeiçoada. Os participantes vão se tornando mais conhecedores do processo e, principalmente, de suas próprias práticas.

Qual é o lugar do indivíduo, da cultura e do coletivo?

Mediante o processo de investigação-ação buscam-se mudanças no trabalho individual e na cultura do grupo, na utilização da linguagem e nos discursos (na forma como a vemos e descrevemos nossa realidade e nosso trabalho), nas atividades educacionais e nas práticas (aquilo que se faz no cotidiano do nosso trabalho) e no social (relações e organização). Redimensiona-se o modo como as pessoas se organizam e se relacionam em seu ambiente de trabalho, em um processo educativo.

A educação deve ser um processo vivido em equipe. O diálogo e a colaboração viabilizam o processo ensino-aprendizagem. A aprendizagem ocorre a partir do coletivo, nas reflexões do grupo, em relações interpessoais e nas interações dialógicas. A partir daí, dão-se momentos individuais em que o sujeito cria e recria a sua aprendizagem e reflete sobre ela. É o que estou denominando *auto-reflexão*.

Em um processo de investigação-ação, o indivíduo constrói o seu conhecimento individualmente, fazendo a auto-reflexão sobre as suas observações. Porém estas serão posteriormente levadas ao grupo para serem compartilhadas com as observações dos demais participantes, objetivando uma reflexão conjunta, abrangente e dialógica. Os indivíduos, a partir daí, podem se comprometer a mudar suas próprias práticas pessoais como um meio de atingir o interesse de todo o grupo: a mudança na prática educativa.

Um programa de investigação-ação propõe mudar a educação e, nesse processo, construir a aprendizagem e o conhecimento em consequência dessas mudanças, tendo em vista a característica sistemática, participativa, colaborativa e deliberativa desse tipo de investigação. É sistemática porque segue um método, a espiral auto-reflexiva de ciclos, já citada. É participativa porque, pelas auto-reflexões, o investigador ativo faz as interpretações da própria prática objetivando compreendê-la para mudá-la e, ao mesmo tempo, participando com elas das reflexões no grupo e construindo colaborativamente interpretações novas, mais amplas, que dão origem ao conhecimento crítico. Ser colaborativa e deliberativa implica que os envolvidos e responsáveis pela ação assumam o

compromisso de mudá-la, inclusive aumentando sua abrangência de participação, seja direta ou indiretamente, aumentando o grupo colaborador ou o grupo de pessoas afetadas por elas e formando comunidades de investigadores ativos educacionais que colaboram e participam em todos os momentos: planejamento-ação-observação-reflexão. Isto poderá libertá-los de fatores que entravam o desenvolvimento de sua capacidade de viver seus valores legítimos, educativos e sociais.

A investigação-ação permite-nos justificar racionalmente nosso trabalho educacional para as outras pessoas, uma vez que foram efetuados registros de toda mudança ocorrida, de modo que essas provas concretas e as reflexões críticas que fazemos nos auxiliem a elaborar uma argumentação forte, comprovada e examinada em favor de nossa prática. As argumentações que fazemos - a partir da interpretação da nossa prática, feita à luz das teorias-guia, núcleo firme do programa de investigação - passam a ser novos referenciais teóricos, pois tais práticas foram sistematizadas, registradas e legitimadas, cabendo-lhes um rigor científico.

Um programa de investigação-ação educacional baseia-se fundamentalmente na prática educativa. Sendo assim, o objeto de pesquisa do investigador ativo é sua prática educacional. Nessa visão, a origem do conhecimento envolvido estará estruturada sobre a prática, e "a investigação-ação se define como um processo epistemológico de questionamento e conhecimento" (Angulo, 1990, p. 40). Compreende-se dessa forma que a construção do conhecimento se dá via processo reflexivo e/ou *reconstrução racional* da história



da prática. Ao questionar a própria prática educacional, refletindo sobre ela, os investigadores ativos podem explicá-la e compreendê-la, reconstruindo-a e produzindo o conhecimento crítico. Isto significa que, em ação, os investigadores ativos problematizam suas práticas educacionais, desvelando os aspectos que entravam suas ações. Com isso, constroem conhecimentos a respeito de si mesmos – conscientizam-se, portanto, do tipo de ações que devem empreender para transformá-la.

No âmbito do processo epistemológico - acerca da natureza do conhecimento envolvido -, conforme propõe Angulo (1990), três são as direções alvo de questionamento e conhecimento: a prática educativa - significa alguma "situação limite" educacional -, a compreensão que os participantes têm dessa prática - compreensão relacionada com o conhecimento alternativo, intuitivo ou conhecimento em nível de senso comum, através de como ele vê sua prática - e a compreensão que esses mesmos participantes têm da situação social onde atuam.

Como processo epistemológico, o programa de investigação-ação educacional crítico-ativo está fundamentado na ciência social crítica de Habermas (1987 a), que, em sua teoria crítica do conhecimento, tenta desmistificar a ciência. Em primeiro lugar, procura demonstrar como a ciência só apresenta um tipo de saber. Ele quer refutar qualquer pretensão de que a ciência é parâmetro para julgar qualquer conhecimento ou que a ciência seja capaz de definir as normas com vistas às quais se julgará qualquer saber. Em segundo lugar, tenta demonstrar, opondo-se à propalada neutralidade e objetividade da ciência, como

os diversos tipos de conhecimento estão enraizados pelo interesse humano particular a que servem. Ao dar à sua teoria o nome de "teoria dos interesses constitutivos de saberes", deixa claro que rejeita a idéia de que o conhecimento é resultado de um ato intelectual puro, livre de interesses por parte de quem o produz, fruto de uma mente iluminada. O conhecimento nunca é produto de uma mente alheia às preocupações cotidianas. Ao contrário, nasce das necessidades naturais da espécie humana e que vão sendo determinadas e estruturadas pelas condições históricas e sociais. Não fosse assim, os seres humanos não teriam desenvolvido nenhum conhecimento.

Habermas argumenta que o conhecimento se origina de três interesses: técnico, prático e emancipatório. O interesse técnico é instrumental. Ou seja, os seres humanos têm interesse em adquirir conhecimentos que lhes facilitem o controle técnico dos objetos. Sendo um saber estritamente instrumental, o conhecimento adota a forma de explicações científicas. Habermas considera o conhecimento instrumental válido, pois dele dependem os avanços científicos e tecnológicos, os quais são necessários para o desenvolvimento dos processos de produção modernos.

O interesse prático, voltado à compreensão, gera conhecimentos práticos, compreensivos e esclarecedores das condições para comunicações e diálogos significativos, ou seja, é um conhecimento de natureza interpretativa. Porém, as interpretações que fazemos podem estar distorcidas, influenciadas pelo contexto. A comunicação pode estar distorcida por condições sociais, culturais ou políticas vigentes. Neste sentido, só é possível agir com razão comunicativa,

quando identificadas e eliminadas essas condições alienantes.

Existe ainda o interesse emancipatório, um interesse humano básico para a autonomia racional e a liberdade, que exige as condições intelectuais e materiais com as quais se darão comunicações e interações não alienadas, e requer que ultrapassemos as preocupações com os significados subjetivos e cheguemos ao conhecimento emancipatório que pode produzir a comunicação e a ação social.

Angulo (1990) entende que é compreendendo suas ações que os professores têm possibilidades de compreender sua realidade, de pensá-la como problema. Concorde que uma ação depende da percepção interpretativa que o professor tenha de seu trabalho, de sua experiência, que são informações, nunca dados puros - pois já são ideologizados -, implicando o comprometimento do professor com o tipo de educação, ensino-aprendizagem, conhecimento, produção de conhecimento, sociedade e cidadão em que acredita.

Essa interpretação - exame que faz de si mesmo, de sua prática educacional - contribui para o professor conhecer-se. Desta forma ele pode problematizar a sua prática, descobrindo o que precisa saber, o que precisa aprender e compreender para desenvolver-se profissionalmente. Sem isso, fica prejudicada qualquer tentativa de mudança significativa na sua prática em particular e no processo educativo em geral.

É neste sentido que Carr e Kemmis (1988) assinalam que a compreensão que os professores possuem de suas ações práticas situa-se no

coração do processo de investigação-ação. Isso significa dizer que a investigação-ação educacional, ao não descartar as categorias interpretativas do professor - pois é por meio delas que investiga o pensar dos envolvidos -, está fazendo o que Freire chama de investigação temática que "envolve a investigação do próprio pensar do povo. Pensar que não se dá fora dos homens, nem num homem só, nem no vazio, mas nos homens e entre os homens, e sempre referido à realidade" (1987, p. 101).

Por envolver uma racionalidade comunicativa, dialógico-problematizadora, nas interações dialógicas, os investigadores ativos interpretam o pensar dos envolvidos, conhecendo a realidade deles e compreendendo assim o que lhes é significativo. Dessa maneira se transforma o perfil do educador, que passa a investigar em sala de aula, pois está aprendendo e ensinando; passa a ser um educador-educando. Por isso, não se concebe o processo reflexivo - e portanto, de construção de conhecimento - afastado da ação prática, da sala de aula mesmo, salvo se esse afastamento for temporário e intencional, necessário para se proceder a uma *reconstrução racional*.

Nessa direção, "o diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu" (Freire, 1987, p. 78). Isto significa e requer uma racionalidade diferente daquela da visão naturalista comum das ciências naturais. Requer uma racionalidade comunicativa, baseada na dialogicidade e problematização.

Por ser colaboradora, a concepção de investigação-ação

educacional crítico-ativa possibilita na educação a formação de redes de comunidades de sujeitos comprometidos em mudar a si mesmos, problematizando suas práticas. Para isso, faz-se necessário mudar os discursos, as práticas e as formas organizativas que constituem a educação.

## 2.8 QUAIS SERIAM OS ELEMENTOS DE UM PIAE ANÁLOGOS AO DO PPCL?

Como a pergunta “como se produz conhecimento” neste cenário foi se destacando no trabalho, houve a necessidade de buscarmos um perfil epistemológico para suportar a proposta. Neste capítulo, estudei Lakatos, principalmente nas obras de 1978 e 1979, para incorporar a idéia do que seja programa de pesquisa e, principalmente, o que significa a *reconstrução racional da história da ciência*. Estou em condições de fazer mediações – por analogias – entre a concepção de programas de pesquisa científica lakatosiana e programas de investigação-ação educacional crítico-ativa, de matriz emancipatória.

O *núcleo duro* num processo de investigação-ação educacional crítico-ativo é o conjunto das teorias-guia que fundamentam o programa e também fornecem problemas de investigação, contemplados na primeira função de uma teoria social crítica em Habermas (1987 b): seus elementos teóricos.

A *heurística positiva* lakatosiana em um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo é representada ou equivale à construção de processos de ilustração, que estão na construção de hipóteses

auxiliares e têm a finalidade de proteger o núcleo de uma refutação (ciência dura). Em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativo (ciências sociais) não cabe exercitar continuamente as refutações. Ocorre que os problemas educacionais não podem ser deixados de lado, são *situações-limites* que têm de ser resolvidas, e portanto não cabe falar em refutações.

A *cintura protetora* num programa de investigação-ação educacional crítico-ativo significa a organização da ação, que é onde se constroem as hipóteses ou subhipóteses em cada aula para desenvolver e responder à questão central. Essa cintura protetora está localizada e fundamentada no capítulo quatro, onde alicerço a proposta em Física. Por meio dessa proposta respondo à questão: *como incorporar criticamente, na formação do educador, o conhecimento científico-tecnológico tradicional e o novo, garantida a interação dialógica?*

Na formação de professores de Física é necessário ter uma proposta no ensino de Física. O caminho que adotamos é construir as atividades educacionais em Física desvelando objetos técnicos e neste processo transformando-os em equipamento gerador. As atividades educacionais em Física constituem essa cintura protetora e que significa a *organização da ação, terceira função de uma ciência social crítica habermasiana*.

Importa é mostrar como é feito o tratamento de dados coletados nesta concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa; para isso, faço essa mediação e analogias entre a *reconstrução racional da história da ciência* construída por Lakatos (1978 e 1979) e *reconstrução racional da própria prática educacional em Física* explicitada no capítulo 5.

Na seqüência, no capítulo 3, o leitor encontrará os elementos do projeto de pesquisa configurados no programa e que corporificam a concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa.

### **3 UMA CONCEPÇÃO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL: OS ELEMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Este capítulo apresenta uma discussão sobre os eixos norteadores da tese: a formação do profissional em Física e o processo de investigação-ação educacional crítico-ativa. Nesse sentido, a preocupação temática ou problemática central do trabalho é responder às seguintes questões: como se dá o processo de construção do conhecimento crítico? Como a prática da investigação-ação educacional crítico-ativa pode contribuir no processo de construção do conhecimento crítico?

Diante disso, outras questões emergem e podem ser investigadas: que conhecimentos privilegiar ao desenvolver processos reflexivos numa comunidade de aprendizagem? Como incorporar criticamente, na formação do educador, o conhecimento científico-tecnológico tradicional e o novo, garantida a interação dialógica?

A importância da presente investigação pode ser explicitada partindo-se de dois eixos articulados: ensino da Física e formação do profissional da educação em Física via investigação-ação educacional.

O eixo que diz respeito ao ensino da Física destaca-se pelo fato de ressignificar e reelaborar os conteúdos da Física, escolhidos mediante critérios



assumidos pelo grupo e trabalhados em salas/cursos/oficinas. Não podemos pensar na mudança de concepção da formação do educador sem pensar em quais conceitos/leis/teorias da Física priorizar – sejam clássicos ou contemporâneos –, bem como nas metodologias a serem desenvolvidas – mais tradicionais ou que demandam novas tecnologias/mídias.

O conhecimento científico-tecnológico ainda é muito restrito aos especialistas e iniciados, pois ele não faz parte do universo de saberes das populações, mesmo as escolarizadas. O desafio é contribuir para a “popularização” deste conhecimento. Isto inclui sua vulgarização e demanda esforços de docentes e alunos, produzindo resultados acessíveis para além daqueles já disponíveis – a chamada divulgação científica de periódicos, programas de TV, CD-Roms, internet...

Vale dizer que trabalhar na direção da libertação sócio-cultural requer incorporar conhecimentos aplicados nas subáreas de ensino de Física, ou conhecimentos *técnicos* na área científico-tecnológica (da *tecnociência*). Tais conhecimentos são provenientes de construções humanas em pesquisa na área científica.

O segundo eixo norteador da pesquisa refere-se ao desenvolvimento de conhecimentos relativos à formação do educador – o investigador ativo<sup>1</sup>. Hoje, mudar a concepção de formar professores torna-se necessário no sentido de que não queremos reproduzir um profissional que

---

<sup>1</sup> Adiante explicitarei o entendimento do que seja investigador ativo.

apenas transmita os conhecimentos científico-tecnológicos produzidos por outros. Mas que, ao fazer isso, também reelabore esses conhecimentos e ao mesmo tempo construa conhecimentos críticos que signifiquem produções próprias advindas de um processo de autoconhecimento, fruto de auto-entendimentos e posteriores entendimentos coletivos, construídos colaborativamente. Ressaltamos que estes auto-entendimentos estão relacionados com o que fazer, ou seja, são conhecimentos produzidos a partir da investigação da própria prática, dentro de uma comunidade de aprendizagem.

Busco desenvolver a capacidade de pensar por nós mesmos – e ao fazê-lo, em processo, compreender que não estamos sozinhos – e a capacidade de produzir individualmente. Ao mesmo tempo, procuram-se outras oportunidades de diálogo. Isso significa construir interações dialógicas e viabilizar interlocuções para, colaborativamente, desenvolver nossas interpretações daquilo que fazemos. Para isso, o conhecimento produzido nesse processo tem a dimensão individual, mas também a dimensão coletiva. Ao mesmo tempo que não é possível pensar a formação do educador – investigador ativo – sem o conhecimento técnico proveniente da Física, por um lado, por outro o conhecimento prático que são os auto-entendimentos adquiridos no curso das interpretações, sejam individuais ou coletivas, tornam-se indispensáveis, mas ainda assim não são suficientes.

É necessário ultrapassar os limites do objetivo e do subjetivo para chegar ao conhecimento crítico. Este conhecimento crítico será o fio condutor deste trabalho investigativo, desta tese.

O presente trabalho dá continuidade a esforços que um grupo de investigadores ativos vem empreendendo na direção de institucionalizar um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo e de expandir redes de comunidades críticas, construir conhecimentos educacionais em torno de como se realiza a reflexão teórica a partir da própria prática educacional. Em outras palavras, como na prática se constrói o conhecimento crítico. Isto implica mostrar como se efetiva o afastamento para poder reconstruir racionalmente a própria prática. Inclusive, mostrar como a investigação-ação educacional crítico-ativa contribui para o ensino-aprendizagem da Física no ensino fundamental, médio e superior, além de mostrar a viabilidade desta parceria na formação inicial e continuada de professores.

Responder às questões anteriores encaminha-nos para o desenvolvimento profissional, entendendo-se esse desenvolvimento como um processo de formação continuada, isto é, escolaridade formal.

O caminho proposto é o desenvolvimento de uma reconstrução racional/crítica em torno da prática educacional desenvolvida, pautada nas seguintes tarefas: analisar o processo de construção e desenvolvimento da investigação-ação educacional no ensino de Física; refletir sobre o processo de criar e agir numa comunidade de investigadores ativos; contribuir para a construção de um programa de investigação-ação na formação dos profissionais da Física; investigar como formar o profissional da educação, privilegiando o acesso ao conhecimento científico-tecnológico e às interações dialógicas.

Busco mostrar também, como professora de Física, de que maneira a investigação-ação educacional crítico-ativa pode viabilizar a formação do investigador ativo. Procuo ainda demonstrar, através do ensino de Física, como essa formação pode tornar-se um processo de formação do alfabetizador técnico-científico. Vale lembrar que nesse processo está implicada a investigação da própria prática educacional em Física e é por isso que se viabiliza a construção do conhecimento crítico. Entendo que ao construir (criar) sua proposta de trabalho, auto-refletir e refletir ciclicamente, fazendo a crítica e se fazendo crítico, o professor viabilizará percepções – isto constitui um conhecimento crítico. Essas percepções são libertadoras. A isso chamamos de produção do *conhecimento novo* dentro de uma *Educação como Prática da Liberdade* freiriana (Freire, 1983). Vivendo esse ciclo auto-reflexivo e reflexivo, adquirimos consciência e, com isso, poderemos produzir mudanças.

O que descreveremos aqui é o caminho (com destaque para a ação) para transformar um objeto técnico<sup>2</sup> em equipamento gerador (De Bastos, 1995). O subsídio maior da proposta está nas funções da Teoria Social Crítica (Habermas, 1987 b): 1) seus elementos teóricos; 2) organização de processos de ilustração via construção de projetos e 3) organização da ação. Diante disto, adotando como concepção educacional a perspectiva dialógico-problematizadora

---

<sup>2</sup> Objeto técnico é condição necessária para o equipamento gerador – quando vinculamos este à natureza transformada; a suficiência mínima está no processo de investigação-ação, no compromisso entre os agentes; o segundo é o primeiro “transformado”. Equipamento gerador, inclusive, por possibilitar a análise desse objeto nas suas múltiplas dimensões. Assim, mostramos o potencial da investigação-ação no ensino de Física. Um dos nossos interesses em estudar o objeto técnico é que por meio dele se vê o conhecimento da Física envolvido. Nesse processo de investigação é o grupo, via deliberações nas interações dialógicas, quem ilumina as buscas nas

(Freire, 1987 e 1997) e, como concepção de pesquisa, a investigação-ação educacional crítico-ativa, trabalhamos com o que entendemos ser o núcleo da proposta: o *método da conscientização* em Freire e a espiral auto-reflexiva de ciclos em exponencial (Lewin, 1978) mas reelaborada na investigação-ação educacional crítico-ativa (Carr & Kemmis, 1988 e De Bastos, 1995).

A partir disso, agregamos a concepção de alfabetização técnica, buscando suas interpretações e sua adequação a nossos propósitos (Bazin, 1977; De Bastos, 1990 e 1995; Fourez, 1997 e Bloomfield, 1997). Esses autores citados priorizam a incorporação do conhecimento científico-tecnológico no universo cultural dos envolvidos, ainda que prevaleçam distinções nas suas abordagens.

Centramo-nos na idéia de trabalhar realisticamente, no ensino formal, a concepção de temas geradores (Freire, 1987). Investigar equipamentos geradores e viabilizá-los didaticamente, consideradas as fortes restrições do ensino formal. Faz-se necessário reinventar a concepção de temas geradores freirianos em equipamentos geradores, obra iniciada por Bazin (1977), seguida por De Bastos (1990 e 1995) e, mais recentemente e com férteis aproximações teórico-práticas, por Bloomfield (1997).

Para a organização da ação das nossas atividades educacionais, utilizamos os momentos pedagógicos (Angotti & Delizoicov, 1992a e 1992b), resultado de uma construção em que os autores colocam uma metodologia indicada para cursos e aulas de ciências naturais, com destaque para a

codificação-descodificação e a recodificação. Dinâmica e evolutivamente, tais momentos são classificados em: *problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação deste conhecimento*. Embora a idéia de aplicação soe conflitante com uma concepção dialógico-problematizadora, afirmamos que não se trata de aplicação direta ou mecânica, mas sim do retorno às questões problematizadas com os óculos da teoria incorporada, na busca de mudanças na cosmovisão dos educandos – como diz De Bastos (2000) –, o lançamento de um desafio maior.

Outro aspecto relevante é a utilização da categoria epistemológica dos *conceitos unificadores* das temáticas significativas de modo a se evitem excessos de fragmentação no recorte (redução temática) e na abordagem.

Os ganhos culturais advindos do conhecimento em Ciência e Tecnologia (C&T) precisam ser socializados a todos os escolarizados e isso não ocorrerá sem a apreensão dos *conceitos unificadores*, no sentido dos universais (Angotti, 1991 e 1993). Significa também a pressuposição da ênfase no relacional, na capacidade articuladora dos conceitos de se associarem construtivamente a outros, na busca de estruturações e de ordenação de saberes. O que queremos na prática é avançar em relação à complexidade no ensino de Ciências Naturais, inclusive buscando a articulação entre conhecimento científico, processos e produtos tecnológicos e as relações sociais mais evidentes entre estes.

Os conceitos unificadores, necessariamente supradisciplinares, são: 1 - Transformações: da matéria viva e/ou não viva, no espaço e no tempo. 2 -

Regularidades: que caracterizam e agrupam as transformações mediante regras, semelhanças, ciclos abertos ou fechados, repetições e/ou conservações no espaço e no tempo. Neste sentido são entendidas como "regularidades de transformações". Elas constituem a contrapartida das transformações no conhecimento, sobretudo no conhecimento científico. 3 - Energia: conceito que incorpora os dois anteriores com a vantagem de atingir maior abstração, de poder ser expresso em linguagem matemática de grande generalização e condensação, para instrumentalizar transformações e invariância, e ainda de estar associado à degradação – variação positiva ou nula da entropia nos sistemas isolados. 4 - Escalas: que enquadram os eventos estudados nas mais distintas dimensões. Ergonômicas, macro ou microscópicas em nível espacial, de durações normais, instantâneas ou remotas em nível temporal; igualmente, com auxílio dos três conceitos anteriores, na utilização das "faixas de energia" ou escalas energéticas.

O que se apresenta de novo é o caminho que fazemos a partir do aproveitamento dessas diversas concepções e assim, mostrando como a partir da construção e vivência da espiral de fases de planejamento, ação, observação e reflexão, para um replanejamento, construímos conhecimento colaborativamente – o conhecimento crítico. O planejamento é a elaboração das nossas atividades educacionais (ação prospectiva); a ação, a aula propriamente dita; a observação, os registros do que ocorre na aula em relação à prática e ao planejamento; a reflexão é o retorno aos registros, uma maneira de distanciar-se da prática para *pensá-la* e também apontar caminhos para *reinventá-la*. Trabalhando dessa maneira, procuramos, entre outras coisas, incorporar a capacidade de refletir e

agir, buscando o conhecimento mediante a investigação-ação educacional acoplada à alfabetização técnica no ensino de Física.

Com isso compreendemos estar contribuindo para a reelaboração da visão de mundo dos envolvidos, conscientizando-nos e, ao mesmo tempo, potencializando a reelaboração e incorporação do conhecimento técnico-científico para a emancipação humana. Como defendia Marx, em *O Capital*, o conhecimento científico-tecnológico e, por extensão, os equipamentos tecnológicos estão aí e podem aliviar a humanidade do fardo pesado do trabalho, da ignorância, das crenças, da fome e da miséria. Se a população ainda não tem acesso a esse conhecimento científico e se este não faz parte do nosso universo cultural, não é culpa da ciência, da tecnologia ou da população. Levando-se em conta que nem a ciência e a tecnologia são neutras, muito menos a população, pode-se dizer que faltam políticas públicas mundiais de reinvenção e de incorporação desse conhecimento pela comunidade humana.

Neste sentido, fica claro que temos que compartilhar, criar condições de diálogo e negociar, mas ao mesmo tempo investir na produção individual (intelectual). Em uma concepção de cidadania ativa, temos ações coletivas, mas essas ações estão alicerçadas e acopladas em ações individuais. Estou defendendo que, para se chegar ao conhecimento crítico, é preciso viver um processo de investigação. Ou seja, precisamos viver um *programa de investigação-ação educacional crítico-ativo* na construção de propostas educacionais em Física. Para isso, estarão envolvidos conhecimentos e interesses do tipo técnico, prático e emancipatório, apresentados por Habermas (1987 a e b).



O conhecimento técnico é representado pelos conceitos, conhecimentos da Física; o conhecimento prático envolve a ressignificação da Didática (Metodologia e Prática de Ensino) e o conhecimento crítico diz respeito à dialogicidade, à problematização, à investigação das próprias práticas educacionais em Física e, especialmente, à reconstrução da história dessa prática educacional.

Os alunos são orientados a desenvolver suas experiências educacionais via projetos de investigação-ação educacional, os quais compõem um programa/projeto integrado de planos particulares de pesquisa. Neste programa, cada sujeito/grupo compartilha da preocupação temática central: a prática educacional dialógica em Física, sendo que em sua preocupação particular cada educando elabora sua própria questão de pesquisa e são incentivados a construir, desenvolver e avaliar sua proposta educacional em Física. Isto tudo para tornar possível o desenvolvimento do processo reflexivo como comunidade de aprendizagem.

Em um primeiro momento, essas ações são os projetos propriamente ditos, onde os educandos estruturam sua proposta, ou seja, organizam sua ação enquanto experiência educacional. Em um segundo momento, colocam em prática essa proposta e a analisam. Para isso, vivem os momentos da espiral auto-reflexiva de ciclos sucessivos de planejamento, ação, observação e reflexão, conforme descrevi acima.

Para os educandos elaborarem e organizarem suas ações, oriento-os a fazer seus registros e faço os meus. Tais registros referem-se às

dificuldades apresentadas no percurso, os questionamentos e também os avanços obtidos.

O trabalho segue na vivência dos momentos da espiral. A metodologia adotada é a construção e vivência da espiral de ciclos, acima mencionada. Enquanto professora, oriento-os no planejamento semanal das atividades educacionais. Realizado o planejamento, vamos para as escolas.

Nas escolas, acompanho as aulas, fazendo registros do ocorrido que atendem para algumas questões. O acadêmico está colocando em prática o planejamento? Como o educando está desenvolvendo o seu planejamento em aula? O aluno-estagiário consegue cumprir o que ele mesmo colocou como meta para aquela atividade educacional? Como aquela atividade educacional contribuirá para que ele responda à pergunta que ele se colocou? As atividades educacionais elaboradas estão de acordo com seus projetos? De que maneira a problemática de cada projeto está contribuindo para a construção de um corpo teórico-prático que responda à questão coletiva? Como cada aluno está vivendo o processo? Quanto ao conteúdo de Física, o que o aluno tem apresentado? Consegue elaborar uma atividade prática e teórico-experimental<sup>3</sup>? Está conseguindo fazer registros e esses registros estão subsidiando as reflexões coletivas? O educando está realizando registros? Como? As reflexões estão subsidiando os replanejamentos? O objeto técnico está sendo realmente transformado em

---

<sup>3</sup> Em Mion et al. (1995), definimos/diferenciamos 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".

equipamento gerador? Quais as dificuldades que os estagiários apresentam em relação à transformação do objeto técnico em equipamento gerador? É possível verificar se o estagiário está vivendo uma formação contínua em Física com o estudo dos princípios físicos envolvidos na fabricação e funcionamento do equipamento gerador? Como é a aceitação dessa metodologia de trabalho?

Durante todo o quarto ano, os trabalhos dos alunos estão organizados para proporcionar-lhes um aprofundamento teórico-prático. Durante as aulas são feitas leituras em termos de concepção de investigação-ação, teorias educacionais, ensino de Física e Física propriamente dita. Todas as leituras, análises de livros didáticos e estudos são solicitados de forma sistemática, isto é, sempre são pedidos em forma de fichas de leitura ou resenhas, inclusive com apresentação de artigos e trabalhos em forma de seminários para a turma. É importante lembrar que esta fundamentação teórico-prática é necessária para instrumentalizá-los para a elaboração de atividades educacionais<sup>4</sup>, que são elaboradas para serem desenvolvidas em aula.

A tarefa dada é que os educandos elaborem uma atividade educacional em Física referente a uma temática, ou um conceito envolvido no funcionamento e/ou fabricação de um determinado objeto técnico e, em torno dele, elaborem uma atividade educacional (atividade prática e teórico-experimental) para desenvolver uma aula. Ao elaborar essa atividade, o aluno estará sendo orientado a utilizar-se de várias concepções que lhe foram apresentadas. A

---

<sup>4</sup> Algumas dessas atividades desenvolvidas, bem como todo o processo correspondente à construção e vivência dos momentos da espiral auto-reflexiva de ciclos, já definida ao longo do

atividade educacional elaborada deve incorporar todas essas concepções educacionais: de investigação, de alfabetização técnico-científica e de educação dialógica-problematizadora em Física.

Enfim, a atividade educacional de que falo começa por ser planejada em grupo e organizada a partir dos momentos pedagógicos. Para concretizá-los, elaboram-se atividades práticas e teórico-experimentais desvelando os princípios físicos envolvidos na fabricação e funcionamento de um determinado objeto técnico. É desenvolvida em aula (ação). Ao final, reservam-se cerca de cinco minutos da aula para que os participantes façam seus registros do que ocorreu em aula (observação), olhando para o que aconteceu e como aconteceu, mas lembrando do planejamento também. Vale lembrar que os registros são feitos orientados por um "roteiro para diário de bordo", estudado com os alunos com antecedência.

Logo em seguida, a partir da leitura dos registros, começando pelo aluno que deu a aula, iniciamos sua análise (*reconstrução racional*), buscando contemplar todos os aspectos pedagógicos da aula, desde a maneira como o aluno trabalhou, o conceito trabalhado, até o objeto técnico investigado. Feita essa análise, apontam-se caminhos para replanejamentos. Como o tempo é curto e este aluno que gerenciou essa atividade educacional não pode replanejá-la, a análise feita serve para outro educando rever sua atividade da aula seguinte. E assim, sucessivamente, com todos os alunos da turma...

O que vale mostrar é que de certa forma os alunos, no quarto ano, são instrumentalizados para seu trabalho de campo. É claro que há muitas limitações, mas esta experiência serve para viver, em pequena escala, o que poderá servir para a elaboração, desenvolvimento e avaliação de uma proposta educacional mais ampla. E principalmente, uma proposta que deverá ser implementada em uma turma de escola pública da região abrangida pelo núcleo regional de educação de Ponta Grossa (PR). Esse contato e vivência ocorrerão em uma situação real, concreta, que priorizamos.

No quinto ano iniciam-se as atividades com o aluno já sabendo onde quer desenvolver sua experiência educacional, em qual escola vai trabalhar. Inicia-se então a fase de planejamento em escala maior.

Os alunos começam a elaborar seus projetos de investigação-ação (organização de processos de ilustração). Iniciamos com a elaboração do Planejamento Participativo (Autogestionaria de Capacitación, 1984). Construimos o projeto coletivo colaborativamente; ao mesmo tempo cada aluno(a) construirá o seu projeto particular. Durante todo o primeiro semestre, os alunos ficam envolvidos na elaboração de seus projetos particulares. Para isso, as leituras e demais atividades são voltadas para esse fim. Para elaborar esse projeto, após orientação, os alunos começam suas visitas sistemáticas às escolas escolhidas para desenvolverem uma fase de observação-participante (*fase exploratória da pesquisa*). Além de observarem a escola, o contexto no qual ela se insere, entram em aula e observam na turma escolhida alguns pontos: o conteúdo trabalhado, ênfases curriculares veiculadas, metodologias utilizadas, livro didático adotado,

ações participantes etc. Essas observações são registradas em um caderno.

Na Universidade, nas aulas da disciplina, realizamos seminários onde discutimos esses registros. Discutimos inclusive o próprio registro, para qualificá-lo também. Com isso, o aluno vai dando corpo ao seu projeto de investigação e construindo subsídios para sua proposta educacional em Física (*planejamento geral*).

Terminada essa fase, os alunos vão para as escolas desenvolver essa proposta. Neste momento, entramos na fase de *ação nas escolas*. Essa fase é construída e vivida em espiral de ciclos de planejamento, ação, observação e reflexão.

Quando começa o 3º bimestre nas escolas públicas, os alunos iniciam a concretização de suas propostas na turma escolhida. Então, assumem a turma com todas as responsabilidades inerentes à função do professor titular.

O *planejamento*, nessa fase, é a elaboração semanal das atividades educacionais. A primeira atividade educacional elaborada para a primeira semana de aula na turma escolhida é feita com antecedência, em grupo, por série e/ou por temática, conforme a escolha dos alunos. No planejamento, os alunos são orientados a elaborar uma atividade educacional (nos moldes daquela construída no 4º ano) para as aulas da semana, fundamentados nas concepções por eles já conhecidas. Por exemplo: para a primeira semana, o plano é fazer um levantamento dos objetos técnicos que os envolvidos relacionam à temática escolhida para construir sua proposta educacional em Física. Na semana

seguinte, eles já começam a investigação temática em torno do desvelamento dos princípios físicos, leis e relações envolvidos na fabricação e funcionamento de um determinado objeto técnico escolhido para ser investigado. Na elaboração da atividade educacional, a aula propriamente dita (ação), oriento-os para que a organizem seguindo os momentos pedagógicos (Angotti & Delizoicov, 1992a) e que, sempre que possível, seja uma atividade prática e teórico-experimental em torno do objeto técnico. Cada atividade é um passo no desvelamento dos princípios que o fundamentam.

É importante lembrar que os conceitos e princípios físicos que serão trabalhados com seus alunos são reestudados. Esse trabalho com os objetos técnicos é novidade para meus alunos. Segundo depoimentos dos próprios alunos, isto é novo para eles e, portanto, requer que nos detenhamos em reestudar os conhecimentos da Física envolvidos. Mais importante ainda é dizer que a cada novo objeto investigado, mais conhecimentos de Física são estudados. Portanto, nossa proposta é também estudar conteúdos da Física, principalmente do século XX. É, portanto, no planejamento que incluímos o estudo de conteúdos da Física e também que estudamos a relação conteúdo-método. Vale dizer que às vezes a atividade fica pronta, mas às vezes, em grupo, é confeccionado um subsídio para as aulas e depois, em casa, cada um o complementa.

Com a atividade pronta, cada um vai para a sua turma desenvolver as aulas da semana (ação). Logo após o término das aulas, os alunos-estagiários registram em seu caderno – o diário de bordo – o que aconteceu na aula ou no bloco de aulas da semana (observação). Os alunos são

orientados para, no final de cada aula, antes mesmo de saírem da sala, processarem seus registros, sempre seguindo o "roteiro para diário de bordo"<sup>5</sup>. Esse roteiro tem sido utilizado devido às suas potencialidades para a realização tanto do registro como do seu entendimento como coleta de informações ao investigador e mais, na sua estrutura facilita o *estudo freiriano*, retrospectivo, do que ocorreu na aula e, por outro lado, aponta caminhos prospectivos. É um bom instrumento para orientar um processo de ação-reflexão-ação no cotidiano de nossas aulas.

Como realizo o planejamento com os acadêmicos, faz parte também das minhas funções como professora supervisora do estágio acompanhar as aulas deles para fazer os meus registros. Para isso sigo o mesmo roteiro, que pode ser alterado de acordo com as necessidades. Significa que podemos acrescentar ou não mais informações. Como o registro é fundamental para nosso trabalho, ele também torna-se, ocasionalmente, objeto de discussões. Os alunos apresentam dificuldades em fazer registros, às vezes por não saberem como fazer, às vezes por resistência, por não o considerarem importante, visto que ainda estão em uma perspectiva bancária de ensino e de formação de professores de Física.

Nessa visão, o ato educativo é entendido apenas enquanto o

---

<sup>5</sup> O roteiro sugerido aos alunos é o seguinte: Diferenças observadas nesta aula em relação às demais. - Atitudes de seus alunos durante a aula. Aspectos que mais chamaram a atenção em seu comportamento. - Aproveitamento da aula pelos alunos. - Aspectos do conteúdo que pareceram mais interessantes aos alunos. - Principais dificuldades conceituais enfrentadas no andamento da aula. - Forma como o conteúdo foi desenvolvido. - Dificuldades apresentadas



momento da ação (aula propriamente dita), esquecendo-se ou não se admitindo que este é apenas um momento dentre quatro. Importante, fundamental, mas não único. O ato educativo, dentro de uma concepção dialógico-problematizadora e de investigação-ação educacional crítico-ativa, é composto por outros momentos, tão importantes quanto este, que são o planejamento, a observação (registro de informações sobre a prática educacional) e a reflexão.

A partir dos registros são feitos seminários de *reflexão* em aula na Universidade. São as análises do conteúdo dos registros. O critério de participação no seminário é a leitura dos respectivos registros. Feita a leitura das observações registradas, são apontados pontos para aprofundar as discussões. No momento seguinte, é solicitado que cada aluno elabore um texto com esses pontos como idéias centrais, para entregar na semana seguinte, inclusive para dar mais tempo para que pensem em torno do assunto. Um dos pontos fundamentais dessa reflexão é apontar caminhos para replanejar a semana seguinte. As auto-reflexões e reflexões dão subsídios para a construção da nova ação expressa na atividade educacional prevista para a próxima semana, fechando um ciclo da espiral de fases em exponencial. A cada semana, fecha-se um ciclo e assim é feito não menos que em oito semanas, completando-se um bimestre.

Terminada esta fase de ação nas escolas, onde a espiral é construída e vivida intensamente, iniciamos a fase de sistematização dos processos reflexivos das práticas educacionais, dando continuidade, inclusive, ao

---

pelos alunos. Que modificações você faria nesta aula? O que deveria ser alterado ou melhor trabalhado?

relatório de pesquisa. Essa fase é preponderantemente de auto-reflexões, pois, a partir dos textos produzidos semanalmente sobre suas auto-reflexões, o aluno é orientado a produzir um texto único, mais denso e sintético, contendo as interpretações que faz da sua prática construída. Esse texto é entregue a mim para leitura e sugestões, inclusive de modificações para reescrevê-lo. Só então é distribuído aos demais para que o estudem e o problematizem. É realizado então o seminário para a discussão do referido texto.

Esse procedimento ocorre com todos os estagiários, inclusive para validar ou não suas interpretações. Essa fase dos seminários nada mais é do que reflexões coletivas, um anel da espiral, mais abrangente. Em termos do processo reflexivo no qual cada um, em particular, está sistematizando o seu, equivale a um dos momentos coletivos do processo. O texto representa o momento individual do processo reflexivo que está sendo sistematizado; equivale às auto-reflexões de cada estagiário: momento de produção intelectual individual em que ele pode criar, inferir ou ousar nas interpretações.

O outro momento coletivo do processo reflexivo da prática de cada estagiário que dá continuidade à confecção do relatório – e, portanto, da própria investigação – é a volta à escola pelo estagiário para conversar com seus alunos em torno das suas aulas, buscando indícios de que as interpretações que está fazendo de sua própria prática são verdadeiras. Com base nas dúvidas que o aluno colocava ou que os outros participantes levantavam ao problematizarem seu texto, o estagiário elaborava um roteiro de questões e voltava à escola para entrevistar seus alunos, conversar com eles para ver como eles estavam

interpretando a experiência educacional que viveram juntos.

A partir do ano de 2000, sugeri pequenas modificações na maneira de buscar o diálogo com os alunos das turmas de estágio na validação de suas interpretações, abolindo as entrevistas que eram feitas nos anos anteriores e levando aquele texto, contendo suas auto-reflexões, para discutir com eles.

Realizada esta fase de validação das interpretações, segundo momento coletivo do processo reflexivo, os alunos podem concluir a investigação e, portanto, completar seu relatório final. Desse relatório, cada aluno elabora um texto "científico", relatando resultados da investigação feita. Ou seja, a sistematização do processo reflexivo de sua prática educacional em Física. O próximo passo é apresentar o trabalho feito em um seminário final.

Os procedimentos metodológicos da pesquisa, na ordem pelo grau de importância, serão análise dos registros, relatórios, textos e entrevistas. Portanto, para responder à problemática deste trabalho voltarei aos registros, estudando-os e buscando com isso identificar regularidades<sup>6</sup>. Dessas regularidades é que estabelecerei categorias de análises que me auxiliarão na reflexão teórica desta prática. É importante dizer que os registros referidos também foram feitos em outros momentos e de outras maneiras no decorrer desta proposta.

---

<sup>6</sup> Estou denominando *regularidades* às informações registradas que se repetem algumas vezes. O termo regularidade tem o mesmo sentido encontrado em Angotti & Delizoicov (1992) para denominar um *conceito unificador*, embora aqui eu não esteja, neste caso, tratando-o como *conceito unificador*.

Na realização deste processo reflexivo, os educandos são orientados a proceder aos seus registros atentando para a aula propriamente dita e o planejamento. Dessas observações registradas, realizada a etapa de sala de aula – construção e desenvolvimento da proposta educacional em Física na turma e/ou temática escolhida –, os educandos escrevem um texto contendo suas auto-reflexões, realizadas em eixos temáticos por eles adotados e que geralmente são feitas a partir das metas que eles se colocam em seus projetos particulares. O texto, resultado de suas interpretações, é distribuído aos colegas com uma semana de antecedência para que seja lido e estudado.

Em aula, o texto é discutido coletivamente. O autor do texto é questionado, sendo forçado a defender suas interpretações ou modificá-las. O que se pretende, além de validar as interpretações que o aluno faz de sua própria prática, é a construção coletiva e colaborativa de entendimentos sobre a prática pedagógica e sobre o contexto no qual ela se realiza. O que interessa aqui é que enquanto em aula se concretizam os seminários, procedo registrando essas informações em áudio e também por escrito.

As discussões são gravadas e transcritas, são registros e podem apresentar informações mais abrangentes. Isto significa que neles busco encontrar elementos informativos que ultrapassem os limites da sala de aula, que vão além de entendimentos de conteúdo e forma, ações participantes, etc., mas que informem do processo de tornarmo-nos educadores-educandos e vice-versa; da dialeticidade entre teoria e prática e entre o indivíduo e a sociedade; que nos dêem indícios dos impactos de trabalhar com objetos técnicos, como resultado

científico-tecnológico no processo de transformação destes em equipamento gerador.

Outra forma de registro são os relatórios finais, bem como os textos acadêmico-científicos produzidos pelos alunos a partir desses relatórios. Penso em estudá-los também com o intuito de encontrar regularidades nesses relatos e que ainda não haviam sido detectadas, até porque neles constam as entrevistas que os alunos realizaram com seus alunos nas escolas em que desenvolveram suas experiências educacionais, sobre como estes alunos estavam vendo as suas práticas educacionais vividas.

Com a análise dos resultados, pretendo inferir até que ponto essa prática contribuiu para a mudança da realidade. A começar por buscar indícios que contribuíram para a mudança das práticas educacionais.

### **3.1 OBSERVAÇÃO**

Das aulas do 4º ano, quero analisar como é que os alunos reagiram em relação à atividade dada. Fizeram as resenhas? Qual é o conteúdo das resenhas? Eles estão captando qual é a concepção de educação, de ensino de Física, de alfabetização técnica-científica, de pesquisa? Que leitura os alunos fazem da concepção educacional adotada? Como os alunos relacionam a

concepção educacional estudada e o ensino de Física? Como eles vêm o "ser dialógico" ensinando Física? Como eles entendem o que significa "ser alfabetizado técnico-cientificamente"? Como o acadêmico está "aceitando" essa proposta? Que discussões foram desencadeadas a partir da atividade de elaboração da atividade educacional?

Como orientá-los para, ao construir a atividade, observar que estaríamos construindo e vivendo os momentos da espiral auto-reflexiva lewiniana de ciclos sucessivos de planejamento, ação, observação e reflexão para o replanejamento,<sup>7</sup> ao elaborar atividades práticas e teórico-experimentais AEXs)? Como alertá-los que, ao assim procederem, estariam também investigando objetos técnicos?

Isso significa que ao desvelar os princípios físicos envolvidos na fabricação e funcionamento do referido objeto técnico estaríamos problematizando conceitos e novas estruturações desses conceitos físicos. Ao elaborar um plano de aula ou de unidade estaríamos incorporando conhecimentos científicos e com isso nos alfabetizando técnico-cientificamente (Bazin, 1977 e De Bastos, 1990 e Bloomfield, 1997)? Que acontece se, desse objeto técnico, forem explorados mais do que os conhecimentos técnicos e científicos que envolvem sua fabricação e funcionamento, mas também relações sociais? Como ele vive a ação? Conseguiu fazer na aula aquilo que pensou fazer quando planejou?

---

<sup>7</sup> Método científico adotado pela investigação-ação educacional crítico-ativa em um estágio mais abrangente e em um menos abrangente e mais interno, que levam em conta um planejamento de aula (ação) organizada a partir dos momentos pedagógicos que concretizam que Freire (1987) chama de codificação, descodificação e recodificação.

E os registros? Ele consegue 'olhar' para sua própria prática? Consegue fazer um registro que realmente subsidie discussões? O que seria um registro que subsidie discussões? Os registros estão sendo feitos? Como estão sendo feitos?

Como conduzir a reflexão? Deliberar sobre o tempo que cada um fala? Qual o peso que está sendo dado à reflexão? Como temos feito a reflexão? O que temos priorizado nas discussões?

Como os participantes reagiram com relação à aula dada? E com relação aos procedimentos? E com relação aos registros e às discussões?

Os participantes, depois de vivido esse ciclo completo da espiral, como reagiram ao replanejamento?

No 5º ano, o que pretendo observar? Tudo o que já foi dito acima.

### **3.2 QUANTO À ANÁLISE DOS REGISTROS**

Olharei os meus registros e grifarei o seguinte:

Como estão vivendo esse processo de elaboração do projeto?

Como problematizam suas práticas? Problematizam-se uns aos outros? Por quê?

Quanto à fase da ação nas escolas:

- como têm planejado?

- como interpretam o trabalho em grupo?

Quais os aspectos em termos de conteúdo que interessam mais aos alunos?

O que posso considerar um "avanço"? Quando ocorrem?

Quais são as principais dificuldades conceituais que os alunos apresentam?

Como os educandos reagem ao "fazer diferente" de uma atividade para a outra?

### **3.3 QUANTO À ANÁLISE DO MOMENTO COLETIVO (REFLEXÃO)**

Quais os principais pontos que foram aprofundados?

Como e em que as discussões evoluíram? É possível detectar?



A seguir, no capítulo 4, adentrarei no potencial formativo desse processo de transformação de um objeto técnico em equipamento gerador na formação do investigador ativo.

## 4 EQUIPAMENTOS GERADORES E A FORMAÇÃO DOS PROFISSIONAIS EM FÍSICA

Apresento uma proposta processual que vem sendo construída via investigação e ação no ensino formal de Física, que busca a manutenção de equipamentos tecnológicos “resolvidos” em equipamentos geradores de reflexão, indagação e conscientização. O processo é comprometido com as dimensões temáticas do ensino-aprendizagem e com a tríade *ciência, tecnologia e sociedade*. A estratégia utilizada foi construir, na prática, o programa de investigação-ação. Os resultados mostram que o trabalho docente é possível nesta direção, seja na decodificação dos equipamentos ou na aprendizagem mais significativa dos universais da Física vinculados aos produtos tecnológicos tradicionais ou contemporâneos usualmente reconhecidos pelos licenciandos e seus alunos do ensino médio.

Ressalto a disjunção entre tecnologia muito acessível a usuários não reflexivos e conhecimento científico pouco acessível. Isto se justifica pelos desdobramentos da tradição do pensamento grego que separou a *téchne* da *episteme* e, mais recentemente, pelos resultados da certeza do século passado que hoje parece ser ainda convicção: a melhoria imperativa da qualidade de vida pelo processo da tecnologia dispensa qualquer questionamento.

O trabalho com os objetos técnicos, quando transformados em equipamentos geradores<sup>1</sup> nas aulas de Física, constitui um dos componentes importantes para o processo de conscientização, que se estabelece na problematização e manuseio reflexivo dos objetos, conceitos científicos e práticas onde se dá a alfabetização técnico-científica. Qual o potencial formador de uma proposta educacional pautada pelo manuseio reflexivo de objetos técnicos? É possível construir e exercitar cidadania ensinando Física, estudando leis, teorias, relações e princípios físicos envolvidos no funcionamento e/ou fabricação de objetos técnicos?

#### **4.1 O POTENCIAL DOS EQUIPAMENTOS GERADORES NA FORMAÇÃO DOCENTE**

Objetivo discutir o potencial dos equipamentos geradores na formação docente via investigação temática em um contexto de investigação-ação educacional crítico-ativa. A partir do levantamento e seleção do objeto técnico é possível investigá-lo e conduzir esse processo a desejáveis níveis de abstração. Pode-se dizer que esse caminhar é o da codificação, decodificação e recodificação, direcionada para mudança de percepção ao ritmo de uma espiral

---

<sup>1</sup> Equipamentos geradores, segundo De Bastos (1995), são aqueles artefatos tecnológicos e/ou objetos do cotidiano dos envolvidos que oferecem possibilidade e condições de gerar um plano de aula ou um programa educacional em torno das leis, teorias e princípios envolvidos na fabricação e no funcionamento do objeto técnico.

auto-reflexiva em exponencial. Em cada ciclo, há revisão e crítica da percepção anterior, para a seguir projetarmos a próxima ação.

Entendemos que a nossa tarefa como educadores na formação científico-educacional é trabalhar no sentido da emancipação sócio-cultural dos seres humanos. Esta postura se contrapõe ao determinismo tecnológico, um dos fortes determinantes da alienação, do consumismo, da formatação do perfil do usuário ingênuo. O desafio é reelaborar os conhecimentos físicos e educacionais através do desvelamento de princípios envolvidos na fabricação e funcionamento de alguns objetos técnicos como possibilidade de refletir sobre seus significados.

Os aspectos técnicos sempre podem ser entendidos pelo conhecimento científico, em particular o da Física, seja este visível e palpável através dos modelos da Física Clássica macroscópica, seja invisível, pouco tangível, por necessitar de interpretações da Física Moderna.

Cabe-nos contudo mostrar como codificando, decodificando e re-codificando objetos técnicos, simples ou complexos, preocupados com os desafios impostos pelas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, eles passam a ser equipamentos geradores de conhecimentos educacionais em Física; como com avanços e recuos inerentes às condições de nossa atividade de pesquisa e docência, estamos alcançando de maneira colaborativa, com os licenciandos, resultados em escala ainda modesta que poderão contribuir para mudanças imperativas nas atividades de formação, ensino e aprendizagem de Ciências/Física.

Em que medida os equipamentos geradores como processos e produtos científico-tecnológicos reúnem possibilidades de apreensão, do ponto de vista científico de seu funcionamento, bem como possibilidades de construção do conhecimento, segundo uma concepção dialética, em sua relação com a tecnologia e a sociedade?

*(...) a tomada de consciência não é ainda conscientização, porque esta consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência. A conscientização implica que ultrapassemos a esfera espontânea de apreensão da realidade para chegar a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o ser humano assume uma posição epistemológica.*

*A conscientização pode ocorrer durante a vivência no processo de ação-reflexão-ação. Por isso, torna-se compromisso e consciência histórica, o que implica assumir que o ser humano assuma o papel de sujeito que faz e refaz o mundo.*

*Neste sentido, o processo de educar para a conscientização, como atitude crítica dos seres humanos, jamais se esgotará. É processo num determinado momento e deve continuar sendo processo no momento seguinte, durante o qual a realidade transformada mostra um novo perfil.*

*A conscientização nos leva assumir uma postura utópica frente ao mundo. Utopia entendida como a dialetização dos atos de denunciar e de anunciar a estrutura humanizante. É um ato de conhecimento, pois ninguém denuncia uma estrutura desumanizante sem penetrá-la. Para realizar a humanização, se supõe a eliminação da opressão desumanizante, pois é absolutamente necessário transcender as situações-limites nas quais os seres humanos são reduzidos ao estado de coisas.*

*Portanto nesta perspectiva educacional, educar é conscientizar. Conscientiza-se a partir da realidade dos educandos, sendo por isso ato educacional de formação de consciência crítica de si mesmo e da sociedade em que estão inseridos. Parafraseando FREIRE (1987), ninguém se conscientiza sozinho, os seres humanos se conscientizam nas interações na vivência de uma prática.*

*Frente a isso, conscientizar também é educar para a construção da cidadania. Isto também implica fornecer aos educandos a oportunidade de adquirir uma base sólida de conhecimentos que lhes propiciem conhecer a realidade em que vivem, oportunizar a vivência de relações sociais mais democráticas, que antecipam uma ordem social mais coletiva, participativa, igualitária, a partir de uma ação individual e coletiva, compreendendo que não são os discursos que formam a*

*consciência política, mas a prática, ao dar sentido concreto a estes discursos (Mion, 1996, p. 121-122).*

Uma proposta a partir de "como funcionam" os objetos técnicos pode contribuir para a construção da cidadania, a busca e o alcance da conscientização, porém concebendo este instrumento como objetificação de conhecimentos provenientes de construções humanas. Trata-se, portanto, de não omitir e muito menos subestimar o aspecto técnico, mas incorporá-lo como cultura científico-tecnológica necessária para crescermos culturalmente. Logo, estudar o objeto do ponto de vista de que é resultado de uma prática tecnológica, produto da atividade humana, requer estudar o caminho da abstração para se chegar ao conhecimento crítico.

Para tal se faz necessário explicitar a concepção de objeto técnico, abordando-o em suas diferentes dimensões: como artefato tecnológico encerra princípios científicos; como artefato cultural, representa mudanças nas formas de vida, concepção de mundo etc.; em sua dimensão política, pode levar-nos a compreender as relações de poder e de dominação presentes em um grupo social e, em sua dimensão epistemológica, expressa o processo de investigação temática acoplada à investigação-ação; de produção de conhecimento, como um movimento de apropriação do real, que vai do concreto (fenômeno) ao abstrato, gerando desta forma níveis cada vez mais complexos de conhecimento. Enfim, como mercadoria, encerra valor de troca, sintetizando em si as relações de produção social vigentes.

## 4.2 A DIMENSÃO EPISTEMOLÓGICA IMPLÍCITA NAS ATIVIDADES QUE ENVOLVEM

### OBJETOS TÉCNICOS

Por que uma cultura tão permeada por incontáveis instrumentos, técnicas, sistemas tradicionais e sofisticados não desenvolvem propostas educacionais por eles norteadas?

Winner (1987, p. 21) responderia que “grande parte da resposta podemos encontrá-la na assombrosa influência da idéia de progresso no pensamento social durante a era industrial. E que neste século que está findando se confia no geral que os únicos meios confiáveis para o melhoramento da condição humana provêm das novas máquinas, técnicas e substâncias químicas”.

Acreditar que a tecnologia vai nos dar melhores condições de vida é o pensamento vigente. Aposta-se apenas na tecnologia, deixando para um segundo plano o ser humano, esquecendo que ele é capaz de planejar, agir, observar e refletir, educando-se no processo, ao desenvolver a capacidade de reelaborar conhecimentos indispensáveis às mudanças das condições de vida.

Concordo com o autor quando afirma que, do ponto de vista convencional, as relações humanas com os objetos técnicos são consideradas óbvias demais para merecer uma reflexão sistemática. Muitas vezes

desconhecemos as regras de funcionamento dos objetos técnicos; além disso, por estarmos tão próximos de alguns deles, não os problematizamos. Não questionamos como funcionam, seu custo, valor agregado, qualidade e nem como foram fabricados, ou as causas e/ou conseqüências da sua inserção no nosso meio. O autor diz mais:

*Causa decepção a noção razoável que herdamos de tempos antigos e menos complicados: a que divide a gama de possíveis interesses acerca da tecnologia em duas categorias básicas: fazer e utilizar. Na primeira a atenção se centra em **como funcionam as coisas e em fazer que as coisas funcionem!** Temos a tendência de pensar que esta é uma atração para certas pessoas em determinadas ocupações, porém nada mais. Como funcionam as coisas é o terreno dos inventores, os técnicos, os engenheiros, os mecânicos de reparações, etc., quem prepara os instrumentos artificiais para a atividade humana e os mantém em bom funcionamento. Se pensa que aqueles que não estão diretamente envolvidos com nenhuma das diversas esferas do fazer têm pouco interesse ou necessidade de conhecer os materiais, os princípios ou os procedimentos que incluem ditas esferas (Winner, 1987, p.21, grifos do autor).*

No ensino de Física, por exemplo, por vezes esquecemo-nos da nossa responsabilidade na construção da cidadania dos envolvidos, ao priorizar os valores internos desta ciência, “acima de qualquer suspeita ou acontecimentos”. Tal construção poderá ser mais tangível através da implementação de propostas epistemológicas e metodológicas reflexivas sobre objetos técnicos. Há a preocupação em fazer com que as coisas funcionem e saber como elas funcionam, sem pensar no seu potencial emancipador ou não, isto é, sem compreender que esse aprendizado pode ser um componente de ações libertadoras do desconhecimento.

Isto implica dizer que não se dá atenção à “adequada



interpretação” do significado mais prudente que tecnologia possui. Neste sentido, ensinar e aprender Física é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformação, com os quais interagimos diariamente. Segundo Winner (1987, p. 22),

*a linguagem da noção de uso também inclui termos comuns que nos permitem interpretar as tecnologias segundo uma variedade de contextos morais. As ferramentas podem ser usadas bem ou mal, e para bons ou maus propósitos; posso utilizar uma faca para cortar um pedaço de pão ou para apunhalar a primeira pessoa que passe. Devido a que os objetos e os processos tecnológicos têm utilidade confusa, se os considerarmos fundamentalmente neutros com respeito a sua posição moral.*

Se quisermos nos desenvolver, caminhando em direção a uma análise ou filosofia tecnológica crítica, é preciso superar a idéia convencional do que é tecnologia e do que ela significa. É fundamental questionar como a tecnologia afeta nossa vida. Nossos conceitos, idéias, relações sociais, limites morais e políticos têm sido reestruturados no curso do desenvolvimento tecnológico moderno. Como anota Winner (1987, p. 26), “parece que é característico da relação de nossa cultura com a tecnologia o fato de que raramente estamos inclinados a examinar, discutir ou julgar iminentes mudanças com ampla e plena consciência do que estas implicam”.

Estas mudanças nem sempre são conscientes e planejadas. Por exemplo, os computadores e os fornos de microondas são adquiridos por necessidades “criadas”, normalmente de consumo e que na maioria das vezes

atropelam as mudanças nas formas de vida.

*Poderia parecer que o ponto de vista que estou sugerindo é de determinismo tecnológico: que a inovação tecnológica é a causa fundamental das mudanças sociais e que os seres humanos não temos outra possibilidade que sentarmos e observar o desenrolar deste processo inevitável.(...)*

*Segundo meu ponto de vista, uma noção mais reveladora é a de sonambulismo tecnológico. O interessante problema de nosso tempo é que caminhamos dormindo voluntariamente através do processo de reconstrução das condições da existência humana (Winner, 1987, p. 26).*

Penso que é muito mais que “sonambulismo” por parte da população. É, isto sim, falta de formação escolar em ciência e tecnologia, falta de conscientização, mas esta postura principalmente reflete a intencionalidade e a lógica de políticas e das relações sociais capitalistas e a sua evidente perversidade e exclusão. Em tais relações o lucro é sempre mais importante que o ser humano, o mercado regula as demandas e define os perfis, ideais, as competências. Sonambulismo citado pelo autor refere-se à alienação produzida pela propaganda que objetiva o consumo – compramos levados pela propaganda ou por um possível *status* que a aquisição pode nos proporcionar, e não pela necessidade ou pela utilidade.

Não se trata de ser contra ou a favor da tecnologia, mas ter consciência de como ela pode contribuir na qualidade de vida, e de nossa compreensão do significado da tecnologia na vida humana. “O que importa não é a tecnologia mesma, mas o sistema social ou econômico no qual está incluída. Esta máxima, que em diversas variações é a premissa central de uma teoria que

pode chamar-se a determinação social da tecnologia, é de evidente sabedoria” (Winner, 1987, p. 36-37).

A nossa tarefa como educadores na formação científica e educacional em ciências naturais e tecnologia é trabalhar em um sentido contraposto ao determinismo tecnológico.

Os filmes de ficção (novelas futuristas) vão induzindo o telespectador a aceitar e mudar seu comportamento, valores e a própria consciência. Com tanta violência que se vê na televisão, e a inversão de valores ou crise de valores em que vivemos, aliados à quase certeza da impunidade, corremos o risco de achar isso normal. Por outro lado, já nos acostumamos com alguns aparatos tecnológicos fruto de avanços científico-tecnológicos. Sem eles, perderíamos boa parte da qualidade de vida e a possibilidade de construirmos melhores condições de vida e de trabalho, podendo-se dizer que a própria vida estaria ameaçada sem eles. Eis aqui talvez a maior mudança. A mudança está implícita, não é mero efeito que poderá ou não poderá acontecer.

*O modo como os homens produzem seus meios de vida depende, antes de tudo, da natureza mesmo dos meios de vida com que se encontram e que se trata de reproduzir. Este modo de produção não deve considerar-se somente enquanto é a reprodução da existência física dos indivíduos. É, melhor, um determinado modo de atividade destes indivíduos, um determinado modo de manifestar sua vida, modo de vida dos mesmos. Tal e como os indivíduos manifestam sua vida, assim são (Marx, apud Winner, 1987, p. 30).*

*Quando a imaginação política se confronta com as tecnologias como formas de vida, deveria poder dizer algo acerca das eleições (implícitas ou explícitas) feitas no curso da inovação tecnológica e os motivos para*

*efetuar tais eleições de forma sensata (Winner, 1987, p. 34).*

Quantas são as pessoas que conhecem a tecnologia do fazer propaganda política? Também segundo Winner (1987), os artefatos podem conter propósitos políticos. Primeiro, os artefatos tecnológicos se convertem numa maneira de solucionar um problema social, como por exemplo uma bomba d'água no Nordeste. Segundo, tecnologias são inerentemente políticas. Com o termo política o autor está se referindo a disposições de poder e autoridade em associações humanas, assim como atividades que têm lugar dentro dessas disposições. Por tecnologia, entende peças ou sistemas maiores ou menores de *hardware* de uma classe específica.

É necessário implementar propostas político-pedagógicas que viabilizem a educação numa perspectiva crítico-ativa dos envolvidos. Reelaborar os conhecimentos físicos assumidos como conhecimentos educacionais em Física mediante o estudo das leis, princípios, conceitos e relações de conceitos, etc., envolvidos na fabricação de artefatos tecnológicos como possibilidades de refletir sobre seus significados. Discutir temáticas que poderão ser levantadas, problematizando-se a partir desses objetos e fenômenos do nosso cotidiano.

Quando em uma aula de Física, mais especificamente quando se trabalha com os princípios de conservação da Energia, discutem-se assuntos como por exemplo a atual crise de fornecimento no Brasil e em outros países? Como, onde e por quem é decidido que tipo ou que capacidade deve ter uma usina? Onde deve ser construída? Quando as comunidades são convidadas a

discutir? Ou devemos todos aceitar e concordar que uma usina como a gigante Itaipu é o melhor modelo?

Face à constante opção dos alunos pelo automóvel por ocasião dos levantamentos, sou testemunha de que esta máquina é forte candidata a ser investigada como equipamento gerador. Será que, além de estudar os princípios físicos, os conceitos, etc. relativos ao seu funcionamento e fabricação, não é possível discutir as causas e os efeitos das montadoras de automóveis no Brasil nesse momento de implementação do projeto “modernoso” em que se observa a globalização por um lado, do mercado e do capital e, por outro lado, da pobreza e da miséria? Sendo o automóvel um meio de transporte particular que, no máximo, transporta cerca de 200 kg além de sua própria – mínima de 800 kg –, o que significa 3 a 4 pessoas, com um número cada vez maior de unidades circulando; exigindo uma rede complexa de investimentos pesados, sem deixar de lançar quantidades de poluentes no meio ambiente?

Então, emissão e composição de poluentes, estradas, pontes, viadutos, passarelas, transporte coletivo também não poderiam ser “conteúdos transversais” em parte atendidos pela Física ou pelo conjunto das disciplinas de ciências, sem negligenciar a tecnologia? E, quando da instalação de montadora em uma região, parece que os supostos benefícios superam amplamente os eventuais riscos e prejuízos e que a grande empresa está favorecendo a região e seus habitantes, sendo que naturalmente as concessões devem ser ilimitadas.

E o pró-álcool? Uma fonte de energia renovável e genuinamente

brasileira. Quando se discute em aulas de ciências naturais e tecnologia o que ocorreu com esse programa, indagamos o porquê da interrupção nas pesquisas. É possível que tenha faltado interesse para entender que isso poderia significar ao Brasil sua independência energética e dar um salto em termos tecnológicos. Penso que, dentre os envolvidos, apenas muito poucos teriam clareza do significado do êxito deste programa em termos políticos, culturais, administrativos e econômicos.

Decisões coletivas de grande interesse social e econômico numa região como a instalação de uma montadora, ou em todo o país, como as mudanças de hábito frente às pressões pelo racionamento de energia elétrica, merecem participação mais explícita e consciente da parte dos cidadãos; a escola pode cumprir melhor seu papel nesse desafio.

#### **4.2.1 Qual seria o papel dos objetos técnicos? Como inseri-los no contexto atual?**

Marx utilizou a mercadoria (o nosso objeto técnico, por exemplo) para analisar a sociedade capitalista. Neste trabalho buscaremos analisar uma proposta de como trabalhar a temática CTS partindo da investigação de um objeto técnico, que é uma mercadoria na nossa sociedade capitalista, para entendê-la,

ou melhor, levantar suas contradições como resultado científico-tecnológico. A partir de seu funcionamento e fabricação, procuraremos construir e entender o processo de abstração, seja em nível de proposta curricular na formação de professores com a investigação temática, seja em nível de ensino de Física propriamente dito, a partir do estudo de princípios, leis e teorias envolvidos em “como funcionam as coisas”, em tais objetos técnicos extraídos do cotidiano dos envolvidos no processo educacional, por meio dessa investigação temática.

A investigação temática significa, via um processo de investigação-ação educacional, compreender e incorporar como o conhecimento científico é transformado em conhecimento educacional. Trata-se de um processo de codificação, decodificação e recodificação, no qual se procura uma das bases científicas mediante as quais esse objeto técnico é estruturado e posterior reconstrução racional do conhecimento científico. É a isso que estou chamando de caminho da abstração. É um conjunto de ações de descobertas, de desvelamentos, estudo e reelaborações, onde educadores e educandos estão guiados pela força do desafio da busca. Não há receitas, mas perguntas, indagações, dúvidas e uma imensa *curiosidade epistemológica*. Freire (1997) nos diz:

*Numa perspectiva progressista o que devo fazer é experimentar a unidade dinâmica entre o ensino do conteúdo e o ensino de que é e de como apreender. É ensinando matemática que ensino também como aprender e como ensinar, como exercer a curiosidade epistemológica indispensável à produção do conhecimento (p. 141).*

*O que importa é que professor e alunos se assumam*

*epistemologicamente curiosos (p. 96).*

Em seu livro *A ideologia alemã (1999)*, Marx já dizia que as tecnologias criam as maneiras com as quais as pessoas percebem a realidade, e que estas maneiras são a chave para compreender diversas formas de vida social e mental, além das implicações econômicas que giram em torno delas.

Segundo Duarte (1998, p. 111), “a atividade humana se objetiva em produtos, em objetivações, sejam elas materiais ou não. (...) Um instrumento é, num determinado sentido, um resultado imediato da atividade de quem o produziu. Neste sentido contém o trabalho objetivado da pessoa ou das pessoas que participaram de sua produção”.

Como resultado científico-tecnológico, o objeto técnico é uma mercadoria, elemento básico da economia capitalista, e apresenta um duplo caráter do trabalho nele materializado.

*Enquanto valor-de-uso, esse objeto é produto do trabalho concreto, de trabalho determinado qualitativamente. Na medida em que é produzido para a troca, enquanto incorporação do valor, esse objeto enquanto mercadoria é produto de trabalho abstrato, do puro “dispêndio da força humana de trabalho”, do trabalho igualado socialmente, trabalho que corresponde à média em vigor em uma dada sociedade cuja única determinação é quantitativa (Bryan, 1998, p. 44).*

Ao nos propormos discutir uma proposta educacional em Física a partir de ‘como funcionam’ objetos técnicos, temos consciência de que a tecnologia tem suas implicações. Por um lado a opressão do trabalhador e, por outro, um elemento revolucionário, inclusive criando condições técnicas que nos



possibilitarão a construção de melhores condições de trabalho e uma melhor qualidade de vida. Segundo Postman, “uma tecnologia nova não acrescenta nem subtrai coisa alguma. Ela muda tudo”. E ainda diz mais:

*As novas tecnologias alteram a estrutura de nossos interesses: as coisas sobre as quais pensamos. Alteram o caráter de nossos símbolos: as coisas com que pensamos. E alteram a natureza da comunidade: a arena na qual os pensamentos se desenvolvem (1994, p. 29).*

Para nos posicionarmos conscientemente a respeito dos avanços científicos e/ou tecnológicos é preciso entender também o que é tecnologia, o que a diferencia de técnica e, principalmente, de prática tecnológica. Neste sentido, em seu livro “*La cultura de la tecnología*”, Arnold Pacey (1990) inicia perguntando se a tecnologia é neutra em termos culturais. Ele mesmo responde que sim, se considerarmos os princípios de fabricação e funcionamento de algumas máquinas. Mas também responde que não, se levarmos em conta a trama de atividades humanas que cerca a máquina e que inclui os usos práticos, sua função como símbolo de posição social, bem como o fornecimento de combustível e peças, as pistas turísticas organizadas e a destreza de seus donos etc.

Desta maneira, o autor nos assevera que a tecnologia é vista como parte da vida e não como algo separado, e que certos produtos tecnológicos denotam um certo “estilo de vida” por quem a utiliza.

O que deve ser levado em conta é que a palavra “tecnologia” tem sido empregada com significados diferentes e que muitas vezes confunde-se técnica com tecnologia e nem se usa a expressão “prática tecnológica”. Pacey

sugere que utilizemos o conceito de prática tecnológica, quando passaríamos a perceber alguns aspectos da tecnologia que estão ligados aos valores culturais e àqueles independentes deles. Passaríamos então a entender tecnologia como atividade humana e, sendo assim, “a consideraríamos como algo que implica não somente máquinas, técnicas e conhecimentos rigorosamente precisos, mas também padrões de organização característicos e valores ambíguos” (Pacey, 1990, p. 17).

*(...) é desejável e necessário fazer uma clara distinção entre seus diversos níveis de significação. Este tipo de distinção se realiza na medicina quando se fala de “prática médica”, para referir a um termo geral, e “ciência médica” para referir a aspectos estritamente técnicos da matéria. (...) Em ocasiões, as referências à “prática médica” denotam simplesmente a organização indispensável na utilização do conhecimento e a habilidade médica no tratamento dos pacientes. Outras vezes, sem dúvida, o termo tem que ver, em um sentido mais útil, com a atividade da medicina em seu conjunto, suas bases e conhecimento técnico, sua organização e seus aspectos culturais. Isto inclui o último sentido de vocação dos médicos, suas satisfações e valores pessoais e o código ético de sua profissão. Portanto, a “prática” pode ser um conceito amplo e inclusivo (Pacey, 1990, p. 16).*

A prática tecnológica, então, difere de um país a outro. O que pode ser entendido, pois existem “visões de mundo” diferentes e/ou “estilos de pensamento” distintos. Podemos falar dessa visão de mundo distinta e em construção em termos de prática educacional em um programa de investigação-ação educacional de matriz emancipatória. Técnica relaciona-se a conhecimentos úteis, que podem ser utilizados em muitos e diferentes países. Daí a importância de se investigar e, conseqüentemente, construir propostas educacionais em Física, desvelando os princípios de funcionamento de objetos técnicos como possibilidade de incorporação e reelaboração dos universais da Física, assim

chamados porque fazem parte de um conhecimento básico e largamente aplicável, relativamente independente das culturas locais.

O que estamos defendendo é a necessidade de construirmos, desenvolvermos e avaliarmos propostas educacionais, via um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo, da incorporação e inclusão da educação científico-tecnológica como possibilidades na disciplina de Física, e/ou na subárea das ciências da natureza, abrangendo a geografia e a matemática, discutindo inclusive o que é uma alfabetização científica e tecnológica apropriada para esse nosso país. Discutir temáticas? Formação e expansão de comunidades de aprendizagem? Formação e expansão de redes? Discutir ciência, tecnologia nesta sociedade?

Nossa principal meta é construir e difundir a *cultura científico-tecnológica* ao investigar temáticas, desvelando, investigando um objeto técnico para *admirá-lo* em seus princípios básicos e reconstruí-lo posteriormente. Na linguagem freiriana, significa codificá-lo e decodificá-lo, construindo assim o caminho da abstração, tão importante na libertação cultural humana. Trata-se aqui de redefinir melhor qual é o papel do objeto técnico como equipamento gerador, redefinindo o vínculo do equipamento gerador com CTS e, principalmente, *tornando ciência esse vínculo*.<sup>2</sup> Isto implica um trabalho investigativo colaborativo,

---

<sup>2</sup> O que queremos explicitar com esta expressão é que, ao transformar um objeto técnico em equipamento gerador, estamos fazendo ciência, investigando. Esse processo de desvelamento é investigativo. Procede-se a partir da espiral de fases de Planejamento da atividade educacional onde se problematiza o objeto com os envolvidos e com isso se trabalha do ponto de vista educacional com os conceitos que sustentam o funcionamento e a fabricação. Na ação (aula),

que aumente e principalmente desenvolva a capacidade técnico-científica da população. Implica desenvolvimento da alfabetização científico-tecnológica na educação fundamental e média deste país. Equivale, também, lembrar a importância dos conhecimentos técnicos e científicos na emancipação humana (Marx, Habermas (1987 *a e b*), Pacey (1990), Fourez (1997)).

Aqui podemos levantar mais argumentos que justifiquem a inserção da cultura científica na formação cultural geral da população, e ao mesmo tempo apontar essa contradição a partir de Pacey, quando ele diz que “seria possível destacar um substrato de conhecimento, técnica e princípio subjacente de engenharia, de validade universal capaz de ser aplicada em qualquer parte do mundo” (1990, p. 17).

Ao defender a adoção do conceito de prática tecnológica, Pacey mostra que a técnica é universal, embora os conhecimentos técnicos ainda não o sejam, por falta de escolaridade de parte significativa da população. Então, frisamos a importância de os universais serem incorporados como cultura da população. Pacey defende que a concepção de prática tecnológica poderia nos levar a observar aspectos da tecnologia que estão ligados ou não aos valores culturais. Sendo assim, estaríamos entendendo a tecnologia enquanto atividade humana e como parte da vida. Esta concepção se aproxima de Marx, pois este entende e/ou concebe o objeto – e aqui “lemos” o objeto técnico como produto da

---

desenvolvemos essas atividades e registramos nossas observações. Esses registros são estudados, refletidos para, por um lado, compreendermos o que foi trabalhado e, por outro, replanejar a atividade seguinte. Neste caso o rigor científico está na seriedade e detalhamento da sistematização. Ou seja, na qualidade da vivência desse processo, na riqueza das informações

atividade humana – como atividade real, objetiva, sensível, isto é, como resultado científico-tecnológico do trabalho, que é a prática, categoria central em sua teoria.

Para Pacey, a tecnologia é entendida como prática tecnológica, pois, “a consideraríamos como algo que implica não somente máquinas, técnicas e conhecimentos rigorosamente precisos, mas também padrões de organização característicos e valores ambíguos” (1990, p. 17).

Valores ambíguos, duvidosos ou em desacordo, padrões organizativos e conhecimentos rigorosos precisos presentes em sua definição é o que reforça a idéia de que a investigação, o desvelamento (codificação, descodificação, recodificação) de objetos técnicos pode gerar um programa explorando a temática CTS, via concepção de equipamentos geradores (De Bastos, 1990 e 1995).

O que quero explicitar é que o objeto técnico, como resultado científico-tecnológico, é produto da atividade que requer padrões organizativos, conhecimento sistematizado e valores éticos e morais presentes nas relações sociais, contraditórias ou não, que esta atividade humana contempla. Daí se justifica tal empreendimento como possibilidade de reconstrução e, principalmente, reinvenção das concepções intrínsecas à educação como prática da liberdade, trabalhando realisticamente com a concepção de temas geradores (Freire, 1987), reinventando-a via investigação temática acoplada à investigação-ação.

Pacey (1990, p. 18) afirma que “ao fazer a definição precisa do conceito de tecnologia prática, é necessário refletir detidamente sobre os aspectos humanos e sociais”. Esta afirmação entende a tecnologia com um significado restrito, o que a identifica com técnica. Para a entendermos em um sentido mais abrangente precisamos compreender que

*existem valores que influem na criatividade dos desenhadores e inventores e que, junto com as diversas crenças e hábitos de pensamento característicos da atividade técnica e científica, podem ressaltar se falamos do aspecto cultural ou ideológico da prática tecnológica. Existe um traço de ambigüidade nisto, pois falamos estreitamente, a ideologia, a organização, a técnica e as ferramentas são elementos da cultura de uma sociedade; porém na linguagem comum, a cultura se refere aos valores, às idéias e à atividade criadora (Pacey, 1990, p. 19).*

Entendemos também que

*é necessário estender ainda mais nossa definição para abarcar o “componente orgânico”, tanto como a estrutura, pela qual a tecnologia prática vem a ser a aplicação do conhecimento científico ou organizado nas tarefas práticas por meio de sistemas ordenados que incluem as pessoas, as organizações, os organismos vivos e as máquinas (Pacey, 1990, p. 21).*

Cabe-nos contudo mostrar como, ao codificar e decodificar aparatos tecnológicos, simples ou complexos, preocupados com os desafios impostos pelas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, uma lâmpada incandescente (fonte, propagação, efeito joule); uma garrafa térmica (paredes adiabáticas, isolamento térmico, trocas de calor); uma máquina fotográfica (imagens, escalas, óptica), um carro, um ônibus ou carreta (mecânica e termodinâmica, balanços de massa e de energia), são opções dentre um amplo

leque de possibilidades. Um universo temático que contempla também os universais da Física, com especial atenção aos princípios de conservação na perspectiva conceptual unificadora.

Tais fios condutores não podem ser considerados completos, uma vez que são implicações sociais, fruto de relações de produção e consumo impregnadas nestes objetos técnicos e/ou situações tecnológicas. Neste sentido, faz-se significativo estudar os universais da Física acoplados ao transporte coletivo, motores cada vez melhores e estradas cada vez piores, a cobrança de pedágios, a longa jornada de trabalho dos motoristas, o uso de drogas (os chamados rebites) por eles para vencê-la, redes de estradas, políticas de instalação de montadoras, concentração de renda, aumento dos combustíveis, crise energética, fontes alternativas de energia (o pró-álcool), aumento da entropia, políticas fundiárias, políticas salariais, relações de produção, salários, emprego e desemprego, sindicatos, condições de trabalho e condições de vida, dentre outros. Estudos como esse são, antes de mais nada, exercícios de cidadania.

Precisamos ainda especificar como é feito esse processo de desvelamento dos princípios físicos (conhecimento científico) que fundamentam tais objetos técnicos e suas relações. É preciso lembrar que não estão dados e que é preciso investigar. Avançamos em termos teórico-práticos, pois além dos aspectos técnicos e práticos inserimos o aspecto libertador – o conhecimento crítico –, resultado da investigação das próprias práticas, na qual não apenas

interpretamos a realidade mas, sobretudo, buscamos a mudança. Este aspecto será explicitado mais adiante, quando descreverei como trabalhamos na prática, na formação dos profissionais em Física. Propomos um projeto integrado: isto significa programa de pesquisa, o que reflete as exigências contemporâneas.

Neste sentido nos contrapomos à “visão de túnel da engenharia” que, segundo Pacey, significa “uma visão da tecnologia que inicia e termina com a máquina”. Ou seja, uma compreensão linear da tecnologia. Mesmo porque, concordamos com este mesmo autor quando diz: “Abrigar a esperança de uma solução técnica para qualquer problema que não inclua medidas culturais e sociais, é mover-se em um terreno ilusório” (1990, p. 25).

Quem neste país detêm o conhecimento técnico-científico ou simplesmente técnico? Ele faz parte da cultura popular? Parece-nos mais uma justificativa para a inclusão do conhecimento científico-tecnológico em nossa cultura. O que implica formas de educação pública, democrática e popular de desmistificação, que podem ser alcançadas via alfabetização técnico-científica, filiada a uma concepção de investigação-ação educacional de matriz emancipatória.

*A educação na ciência e a tecnologia tende a concentrar-se nos princípios gerais, e não ensina para atender questões específicas, como no exemplo visto. Não obstante, o aspecto humano da tecnologia (sua organização e cultura) não é facilmente redutível aos princípios gerais, e ao investigar com instinto para os detalhes significativos pode aprender muito mais, em ocasiões, que o profissional de enfoque altamente sistemático (Pacey, 1990, p. 27)*



### 4.3 A CONCEPÇÃO DE ALFABETIZAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA E O EQUIPAMENTO

#### GERADOR

Quais são as estratégias pedagógicas e epistemológicas que temos construído para viabilizar a alfabetização técnica e científica na formação de professores e, conseqüentemente, no ensino fundamental e médio?

Para responder a esse questionamento, necessitamos argumentar em torno de qual a nossa concepção de alfabetização técnico-científica e buscar sua inter-relação com o que estamos chamando de equipamento gerador.

Para Fourez (1997), os objetivos gerais da alfabetização técnica e científica giram em torno da busca de autonomia, comunicação, domínio e negociação. Ele considera alguém alfabetizado científica e tecnologicamente

*quando seus saberes lhe dão (autorizam) uma certa autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma capacidade de comunicação (encontrar maneira de dizer) e algum domínio e responsabilidade face a situações concretas. Por exemplo: em um contágio, o congelamento, a maneira de tratar um motor a diesel no frio (p. 62).*

Vêm-se, neste sentido, duas concepções epistemológicas que implicam diferenças significativas na maneira de ensinar ciências. Uma concepção está ligada às ciências disciplinares e outra, àquelas que são orientadas por

projetos, onde se subentende que todo conhecimento é uma resposta a uma questão.

O autor nos lembra que “no ensino secundário existe a tendência de ocultar que as teorizações são orientadas por projetos, visando apenas o ensino de verdades científicas” (p. 63). Não é permitido ao aluno sentir o gosto de compreender as teorias em suas limitações e processos de constituição. As teorias costumam ser apresentadas como resultado pronto e acabado, sem serem mencionadas as opções de percurso por determinadas interpretações em detrimento de outras. E pergunta: “O que é necessário para ser considerado alfabetizado técnica-cientificamente (ACT)?” (Fourez, 1997, p. 64).

Para responder a esta questão, Fourez utiliza alguns critérios. Primeiramente, para ele, é necessário saber fazer bom uso dos especialistas. Sugere que a ACT supõe uma capacidade de se desembaraçar quanto à questão de como se comportar em relação aos especialistas. Como e/ou quando buscar a ajuda deles e qual sua importância. O segundo critério está relacionado com o bom uso das caixas-pretas. Diz ele, e eu concordo, que “todo processo científico ou racional utiliza o que os físicos chamam de caixa-preta”, definindo-a como “uma representação de uma parte do mundo, que se aceita em sua globalidade sem considerar útil examinar os mecanismos de funcionamento. Assim, quando se utiliza um martelo é geralmente desnecessário conhecer as redes cristalinas do interior da cabeça do martelo” (Fourez, 1997, p. 65). No uso do martelo para pregar, a rede cristalina do martelo é uma caixa-preta; para tirar uma boa

fotografia, o número de lentes da máquina e saber qual a sua importância nessa combinação é uma caixa-preta a se abrir ou não.

Ainda segundo Fourez (1997, p. 65-66), “saber como e quando é interessante ou não abrir uma caixa-preta, ou seja, aprofundar as investigações em alguns detalhes é essencial à ACT”. O que é útil saber sobre o funcionamento da máquina fotográfica? Qual é o melhor modelo? O que tem a ver, ou qual a diferença nelas de acordo com o número de lentes? O que é preciso saber sobre cristais líquidos? Enfim, “para ser alfabetizado técnico-cientificamente (como para ser um investigador eficaz) é preciso aprender quando deixar fechada uma caixa-preta, ou, quando é interessante abri-la” (p. 67).

O terceiro critério para ser alfabetizado técnico-cientificamente é saber do bom uso de modelos simples. “Está diretamente relacionado com a abertura de caixas-pretas: se trata de construir modelos simples, mas pertinentes para um certo contexto, sem se embaraçar com teorizações inúteis, sem hesitar em aprofundar o que tem mérito de sê-lo” (p. 67).

Parece-nos que aqui se pode lembrar dos projetos individuais de ação nas escolas dos alunos-estagiários, ainda que, para Fourez, os projetos visem a construção de uma ilha de racionalidade em torno de uma situação, na qual envolve uma equipe interdisciplinar. O projeto da disciplina, isto é, o projeto coletivo, pode ser considerado uma “ilha de racionalidade”, pois representa uma ação orientada por projetos na qual se busca a resolução de uma problemática que, embora faça parte de um projeto integrado, busca dar conta de uma questão

particular. Isto pode ser entendido como um modelo simples ou de uma “ilha de racionalidade”.

*Fazer ciência é dar uma representação simplificada e reduzida da complexidade do mundo (por exemplo: o poder da simplificação que nos faz pensar na Terra como uma esfera ...). Não é, pois, jamais de maneira absoluta, mas unicamente em certos contextos, que se pode dizer que um modelo é “demasiado simples”. Deter-se na complexificação do modelo é essencial ao processo de desenvolvimento da ciência (Fourez, 1997, p. 68).*

Neste sentido, embora divergindo um pouco das idéias de Fourez, é possível eleger a máquina fotográfica como o aparato tecnológico a ser investigado através de seu manuseio reflexivo, conseguindo assim um modelo curricular para trabalhar a temática óptica.

Ao elencar um quarto critério, Fourez fala do uso e da invenção de modelos interdisciplinares e, ao fazê-lo, traz o conceito de ilha de racionalidade (IR). Para ele, este conceito

*designa uma representação teórica apropriada a um contexto e a um projeto que se tem em perspectiva e que permite comunicar-se e agir com referência ao mesmo. A noção de IR se refere a um contexto e um projeto particulares, para os quais se acha interessante construir uma argumentação. Sendo assim, a IR se distingue de outras noções como níveis de representação ou patamares de integração, pois eles se referem ao sistema científico representado por uma disciplina e refletem as escolhas implícitas ligadas a seu paradigma(p. 69).*

Igualmente, afirma ele que,

*como prática, a construção de uma IR implica em cruzar saberes de diversas disciplinas e conhecimentos da vida cotidiana, para estruturar uma modelo (ou uma representação, ou uma teorização) interessante,*

*dentro de determinado contexto. Sua eficiência e valor está vinculada à capacidade de dar uma representação capaz de solucionar um determinado problema (p. 170).*

Fourez salienta ainda que “o que é essencial, nesta maneira de ver, é que a teorização se faz em função de contextos e projetos particulares, e não em função de uma verdade geral predeterminada. Em resumo, é o projeto que integra e estrutura a teorização e não a síntese prévia dos cientistas” (p. 70). Construir, então, projetos particulares é construir teorizações, e neste caso, essencial à construção da autonomia.

O autor ainda coloca outros critérios que considera essenciais para contribuir na alfabetização técnico-científica, tais como o bom uso de metáforas, o bom uso de traduções, aprender a negociar saberes e decisões e saber também distinguir entre debate técnico, ético e político. Inclusive, ressalta que “estar alfabetizado científica e tecnicamente implica a capacidade de não confundir estes três debates, e sobretudo não acreditar que sempre é possível substituir as deliberações éticas e políticas por reflexões técnicas” (p. 76).

Por último, Fourez diz que “alfabetizar técnica-cientificamente não significa que se dará cursos de ciências humanas no lugar de processos científicos. Significará sobretudo que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe *por que, em vista de que e para que foram inventados*” (p. 81, grifos do autor).

Bazin (1977), em seu artigo “O cientista como alfabetizador

técnico”, apresenta o que chama de alfabetização técnica:

*Os problemas concretos que a realidade levanta permitem iniciar diretamente discussões sobre o que é a eletricidade, alfabetizar tecnicamente as pessoas em questão em vez de as aborrecer com as fórmulas de Biot-Savart ou as leis de Ohm, aprendidas de cor. Deste modo contribui-se para que o estudante domine alguns aspectos técnicos em vez de passar a respeitar esses princípios abstratos (1977, p. 95).*

Ideologicamente, diz ele, “o que se pretende é que o homem mexa, desmonte, penetre, compreenda, domine” (p. 95) alguns aspectos técnicos e científicos. De uma maneira mais formal, pode-se imaginar esta atitude, na escolarização, pelo manuseio reflexivo de objetos técnicos pelos envolvidos no processo educativo, em que se possam manejar lentes, descobrir a formação de imagens e as possibilidades de ampliação ou retenção delas. Quem sabe, assim, se possa entender o funcionamento da máquina fotográfica. Ou, como anota Bazin (1977, p. 95), ao falar dos operários em seus locais de trabalho, “através do manuseio de duas lentes acabarão por descobrir o que é um telescópio”. Com isso, defende o autor, se criará no trabalhador (homem do povo) – e eu acrescentaria “nos educandos” – a confiança em si mesmos frente aos problemas técnicos/científicos que lhes permitirá a libertação cultural, ou pelo menos deixar de aceitar o imperialismo cultural imposto.

Bazin apóia-se em Freire (1987) para definir o que significa alfabetizar tecnicamente, o que está diretamente relacionado à tarefa fundamental de transmitir um poder de análise intelectual às massas.

*Alfabetizar só tem sentido se o uso das palavras fizer que o homem possua e modifique o mundo, compreendendo-o e exprimindo-se. Cabe aos cientistas participarem no mesmo objetivo ideológico, substituindo o ler e o escrever por aptidões técnicas e por atitudes científicas. Mas estas devem estar ideologicamente associadas a um conteúdo político. Se a ciência não é neutra, cabe-nos a nós torná-la ideologicamente ativa, levá-la a ser dominada pelas massas para libertar os homens e mulheres de todos os mitos cientistas exploradores. Uma primeira medida consiste em extirpar o mito das caixas-pretas (dos aparelhos misteriosos, intocáveis sobre os quais não se fazem perguntas) (Bazin, 1977, p. 96).*

Para o autor, a alfabetização técnica, tal como a alfabetização habitual, visa a libertação sócio-cultural, ou seja, fornece às pessoas possibilidades de iniciativa e controle próprios; criação de armas intelectuais necessárias ao exercício prático da hegemonia do trabalhador. Isto significa, em outras palavras, viabilizar ao trabalhador em educação (o professor) a construção de auto-entendimentos e autoconhecimentos sobre sua própria prática, o que pode ser potencializado pela incorporação da cultura de investigação destas.

*O que se está defendendo é a construção conceitual de forma operacional, que poderá ser útil para os trabalhadores na luta por melhores condições de vida (eu diria também, melhores condições de trabalho) e que pode ser feito através do estudo dos aparatos tecnológicos que já existem. Em outras palavras, trata-se de buscar o que existe de Física na experiência diária, utilizando concretamente os conhecimentos científicos, até a níveis abstratos, que são indispensáveis na compreensão e intervenção da sua realidade (De Bastos, 1990, p. 11).*

Este autor defende que o ato de conhecer deve iniciar-se com a problematização da realidade e que a mediatização desse processo estabelecer-se-á através do diálogo, o qual permitirá a reelaboração dos conhecimentos.

Para De Bastos (1990, p. 14), "a 'alfabetização técnica' é uma

concepção de ensino dialógico de ciências naturais, envolve uma situação gnosiológica, isto é, os problemas concretos que a realidade levanta”. Segundo o autor, o que se pretende com esta “alfabetização técnica” é que os educandos dominem alguns aspectos técnicos, ou seja, alguns princípios de funcionamento de algumas máquinas e sistemas.

Essa concepção de alfabetização técnico-científica está intimamente relacionada com uma concepção de conhecimento e de construção de conhecimento (investigação) que responde à questão inicial a respeito de estratégias epistemológicas por nós adotadas na formação do educador em Física. “O conhecimento exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante. Implica em invenção e em reinvento” (Freire Apud De Bastos, 1990, p. 15).

Quero dizer também que a construção do conhecimento deve estar atrelada ao trabalho, à nossa realidade. Por isso a opção pela investigação-ação como princípio epistemológico. Como frisa De Bastos (1990, p. 16), “educador e educando vão se tornando cognoscentes no seu trabalho sobre a natureza e a natureza transformada, pois está relacionado com a sua realidade, o seu ambiente de trabalho, sendo capazes de refletir sobre a ação, desenvolvendo sua consciência a níveis críticos”.

Essa idéia do autor, traduzida para a prática educacional, está imbricando uma concepção epistemológica de investigação, de alfabetização



técnico-científica e de prática educacional dialógica em Física quando, pelo manuseio reflexivo de objetos técnicos, estes são investigados e transformados em equipamentos geradores.

#### **4.3.1 Qual é a proposta e como ela está sendo construída?**

A proposta que passamos a descrever e analisar desenvolve-se a partir do estudo, manuseio reflexivo e/ou investigação de determinados objetos técnicos como resultado científico-tecnológico. Tal proposta busca entender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade a partir de alguns produtos científico-tecnológicos, ao incorporar como eles funcionam ao desenvolver determinadas temáticas. Relacionando o ensino de Física a uma concepção realística de “temas geradores” (Freire, 1987), à concepção de alfabetização técnico-científica e à concepção de investigação-ação educacional de matriz emancipatória, temos todos esses pressupostos reunidos em uma proposta que estamos chamando *investigação temática*.

Nesta investigação temática, os alunos são levados a investigar e transformar um objeto técnico em equipamento gerador. Estamos chamando-o equipamento gerador, pois, como estamos agindo-refletindo-agindo no ensino formal, esta é uma das possibilidades de desvelar, recriando e reinventando a concepção de “temas geradores”, de incorporar os universais da Física bem como de compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos. Trabalhamos a investigação temática em sua acepção mais abrangente que uma simples alternativa metodológica, e sim como um princípio formativo intrinsecamente

identificado com uma concepção de educação e de investigação.

Antes, é necessário esclarecer o que estamos fazendo e, em pequena escala, pensamos até estar transformando nossa realidade, dentro de pressupostos que entendemos devam estar presentes no contexto da formação dos profissionais da educação, especialmente dos profissionais em Física.

Cobra-se dos professores saber trabalhar com os temas significativos aos envolvidos no processo educativo, mas ao mesmo tempo isso não é trabalhado como “conteúdo” do curso de licenciatura em Física. Ou melhor, não é trabalhado em sala de aula, com esses futuros profissionais da educação em Física, como chegar a esses temas significativos. Nem tudo é igualmente importante. Cabe priorizar. Para isso há que investigá-los. Da mesma maneira que não é trabalhado como se chegar, a partir desses temas, ao plano de curso. Em contraposição a isso é que incorporamos essa tarefa como sendo “conteúdo significativo” da e na formação dos profissionais da Física.

Como por enquanto nossa proposta de estágio curricular prevê uma etapa de ação (aula de Física em uma turma) nas escolas de apenas dois meses ou um bimestre letivo no ensino formal, o desenvolvimento a partir de uma temática se apresenta como o mais viável, podendo-se colocar na prática toda essa idéia de trabalhar com temas geradores. Ou, como diz Bazin (1999, p. 9),

*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.*

Em síntese, a concepção de alfabetização técnico-científica que está sendo reinventada e recriada visa basicamente levar os educandos da licenciatura, futuros profissionais da Física, à investigação temática, que pode prescindir do seguinte:

*Quando pensamos em ajudar professores em retomar o nível original de alfabetização científica, os nossos objetivos concretos de partida são escolhidos para nos permitir desvelar, analisar e apreciar com prazer alguns fenômenos que geram a nossa maneira "científica" de entender o mundo físico que nos rodeia... chegar a sistematizar as observações, reconhecer o fenômeno mais geral e procurar novos materiais para pesquisá-lo mais ainda (Bazin, 1999, p. 9).*

Ao relatar como é feito na licenciatura em Física, na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física, é necessário levá-los a compreender como se realiza a investigação temática. É preciso levá-los a entender que seus educandos só vão falar se entenderem a pergunta e, principalmente, se eles tiverem algo a dizer sobre o que lhes é perguntado. As perguntas podem ter respostas para quem as faz, mas a quem elas se destinam podem não fazer sentido e, portanto, não suscitar o diálogo, que é o que nos interessa.

Precisamos discutir, entender e tensionar: o que é um problema para nós educadores é necessariamente um problema para nossos educandos? Parece-nos que a tarefa investigativo-ativa colocada é justamente compreender como tornar um problema que é problema para nós em problema para eles. Ou melhor, compreender como levá-los a entender e tomar a realidade como

problemática e problematizável.

Isto está em concordância com Postman, ao criticar as perguntas equivocadas que são feitas por alguns educadores em relação às novas tecnologias e que, por isso, nada respondem, pelo menos em termos de informações que necessitamos. Para ele, este é

*(...) que é um motivo pelo qual nada apreendemos quando educadores perguntam: os estudantes aprenderão matemática melhor com computadores ou com livros didáticos? (...) Essas perguntas têm um valor prático imediato para aqueles que as fazem, mas são dispersivas. Eles desviam nossa atenção da séria crise social, intelectual e institucional que o novo meio fomenta. (...) O que precisamos para refletir sobre o computador nada tem a ver com sua eficiência como ferramenta no ensino. Precisamos saber de que maneira ele vai alterar nossa concepção de aprendizado e como, em conjunção com a televisão, ele minará a velha idéia de escola. (...) Precisamos saber se a televisão muda nossa concepção da realidade, o relacionamento entre ricos e pobres, a idéia de felicidade em si (Postman, 1994, p. 28).*

Temos que encaminhar os educandos a perceber que para desencadear o diálogo, depende da pergunta que se faz. Mostrar que o problema às vezes pode estar mal formulado e, por isso, não tem potencial para desencadear um diálogo e, conseqüentemente, para ser colocado como problema que desencadeie a construção de conhecimento que viabilize um processo de investigação. Se a temática é óptica, como podemos codificar e decodificar, para recodificar, investigando o que lhes é significativo e, portanto, efetivar o diálogo entre os envolvidos? Oportunizar que os envolvidos, especialmente os educandos, explicitem o *seu pensar* em relação à temática que está sendo problematizada, pois é a partir *dele* que vamos investigar o que lhes é significativo.

Analisar os objetos técnicos para ver se é possível, a partir de *como ele funciona*, trabalhar todos os conceitos envolvidos. Mostrar que essa tarefa é feita no grupo de professores (no caso dos estagiários, futuros professores), não necessariamente com seus alunos. Isto equivale à redução temática em Freire (1987). A partir da lista de objetos técnicos levantados é feita uma seleção segundo as possibilidades destes sustentarem um plano de curso para a temática a ser trabalhada.

Feita essa escolha e deliberação pelo grupo, dá-se continuidade à investigação, desenvolvendo os tais conteúdos significativos envolvidos no funcionamento e fabricação deste objeto técnico. No desvelamento de tais princípios é que se conduzem os educandos à incorporação desses conhecimentos científicos, transformando-os em conhecimentos educacionais, uma vez que é uma investigação e que com ela objetivamos analisar e compreender o potencial destes objetos ao serem transformados em equipamentos geradores.

É importante observar que às vezes deixa-se de lado este objeto quando é hora de trabalhar com um determinado fenômeno e/ou conceito: no fenômeno da reflexão, por exemplo, realizam-se atividades práticas e teórico-experimentais com espelhos. Estudam-se os tipos de espelhos, a formação de imagem etc. e depois volta-se ao objeto que está sendo investigado, incorporando-se como os espelhos colaboram no funcionamento do referido objeto (a máquina fotográfica). Ou, na geladeira, quando se estuda 'trocas de calor',

busca-se explicar esses processos a partir do funcionamento da garrafa térmica. Ou seja, elaboram-se atividades práticas e teórico-experimentais com esses outros objetos para poder levar os estudantes a entender como funciona o nosso equipamento gerador e qual é a função do espelho no funcionamento da máquina, ou explicar por outras vias os processos de trocas de calor e também as correntes de convecção. Isto nos leva a entender também o fenômeno da reflexão para o funcionamento da máquina.

Enquanto esse desvelamento é concretizado, vão-se transformando os perfis dos envolvidos em investigadores ativos. E esse desvelamento vai se dando no processo de investigação-ação, na vivência e construção da espiral auto-reflexiva de fases de planejamento da ação (plano de aula/atividade educacional), ação (aula de Física propriamente dita), observação (registros de informações, dados, importantes para responder ao problema) e reflexão (análise do que foi registrado e conseqüentemente, apontamento de caminhos para o replanejamento da nova ação). Podemos inferir que este seria o momento de construção de novas hipóteses, que nos levariam a novas experiências, que são as aulas propriamente ditas.

Vale lembrar que este trabalho faz parte da etapa de ação dos envolvidos durante seu estágio curricular e que é parte do desenvolvimento de seu projeto de investigação. Isto significa que o grupo tem as práticas educacionais em Física como preocupação temática comum. Porém, cada aluno tem seu problema de pesquisa individual em seu projeto particular de investigação para dar conta.

Tudo isso faz parte de um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo através do qual se desenvolve a formação dos profissionais da Física, mais especificamente nas disciplinas de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II da licenciatura em Física. Compreendo que a riqueza desse processo – como princípio investigativo, formativo e educativo – está no fato de ser um desafio na formação inicial e continuada de todos os envolvidos.

Na seqüência, capítulo cinco, mostrarei como procedi para realizar a reconstrução racional dos registros – os dados de campo. Já estou em condições de afirmar que em um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo a produção do conhecimento crítico ocorre na reconstrução racional dos registros que retratam a história da prática educacional vivida. Isto encaminha-me para respostas às questões colocadas e que norteiam esta pesquisa.

## 5 A RECONSTRUÇÃO RACIONAL E A PRÁTICA EDUCACIONAL

A compreensão da intenção é essencial em nossa prática educacional na sala de aula, na disciplina e também no curso em que atuamos como professores de Física e como formadores de professores de Física. Espero assim contribuir para a criação e incorporação de expectativas de vida profissional nos nossos alunos e dar continuidade à sua formação em um curso de Pós-Graduação em Educação – mestrado e doutorado, participação em projetos de investigação e eventos científicos afins.

Busco ressonâncias nos históricos princípios humanos – a liberdade e o diálogo – para construir e analisar as circunstâncias concretas que lhes atribuem sentido. A proposta educacional na formação do professor de Física e em Ensino de Física que construo e desenvolvo na disciplina Metodologia e Prática de Ensino de Física assume “*como ponto de partida para o trabalho no círculo de cultura, a liberdade e a crítica como modo de ser do homem*” (Freire, 1999, p. 15, grifo nosso).

É no coletivo do grupo que a liberdade e a criticidade, via diálogo, se constroem. “Segundo esta pedagogia *o aprendizado já é um modo de tomar consciência do real e como tal só pode dar-se dentro dessa tomada de consciência*” (Freire, 1999, p. 16, grifo nosso).



Fui construindo essas orientações ao longo desses quatro anos e acredito que nos registros estejam os “achados”, os “fatos novos”, o novo em termos de como proceder ao afastamento necessário para analisar a própria prática de forma crítica. Ou seja, sem dispensar a objetividade (a explicação) e sem omitir a subjetividade (a interpretação), mas ir além e fazer a crítica racional. Assim, ao dar um perfil epistemológico ao meu trabalho, orientada pela categoria *programas de pesquisa* lakatosiana, procurei responder à questão fundamental de como fica a objetividade e a subjetividade na análise de informações registradas (dados) na prática de um investigador ativo.

Nessa direção, a contribuição da epistemologia lakatosiana e de sua *reconstrução racional* são fundamentais em minha pesquisa.

Por que a opção pela epistemologia lakatosiana? Em primeiro lugar, porque “está longe de renunciar a valorização da racionalidade” (Lakatos, 1978, p. 9); em segundo lugar, “por apresentar um pensamento epistemológico sagaz e interessante e que poderá ajudar a perspectivar melhor a hermenêutica complexa da ciência” (p. 10).

Nessa perspectiva, cabe-me indagar: a *reconstrução racional* (história interna ou intelectual) proposta por Lakatos é uma alternativa adequada para o ensino de Ciências Naturais (Física)? Como fica a leitura da *reconstrução racional* da ciência em um processo de investigação-ação educacional? Posso dizer que seria o processo de auto-reflexão e reflexão? Auto-refletir e refletir sobre a própria prática educacional equivale ao processo de *reconstrução racional* em

Lakatos?

Mas o que é *reconstrução racional*? A *reconstrução racional* é uma análise crítica sobre as informações registradas, onde o investigador revisita sua experiência construída, vivida e documentada à luz de suas teorias-guia com o intuito de reinventá-la, reedificá-la na ciência.

Enquanto o *estudo freiriano* implica estudar a prática, o “pensar sempre na ação”, a *reconstrução racional* é também pensar a prática, mas requer e exige um certo *distanciamento*. Necessita afastar-se dela para *admirá-la*. Compreendo que o ponto de contato entre elas está no entendimento do que Freire diz: “Estudar não é um ato de consumir idéias, mas de criá-las e recriá-las” (1982. p.12).

Nesse sentido, estou admitindo as *atividades educacionais* como um experimento. Todas as atividades educacionais são cruciais, pois observam-se eventos em cada um deles. Percebo que, na formação de professores de Física, o trabalho com objetos técnicos é relevante. É crucial problematizar nossa formação, bem como conceitos e práticas. Na formação de professores, sua importância centra-se na possibilidade que oferece o ensino-aprendizagem de *como rever e negociar* estruturas de currículos.

As fragilidades no conhecimento científico da Física aparecem em meus registros. Existe dificuldade dos envolvidos para explicar o fenômeno produzido no funcionamento e fabricação de objetos técnicos, por exemplo. Embora observando alguma confusão dos licenciandos para explicar o conceito de

Torque e também, em relação à interpretação da fenomenologia magnética, estou convencida de que o conhecimento é incorporado nesse *manuseio reflexivo* do objeto e na *reconstrução racional* vivida.

Neste trabalho, percebe-se que os(as) alunos(as) passam a ser extremamente críticos. Tornam-se cada vez mais críticos com o avançar das fases na espiral (planejamento, ação, observação e reflexão). Esta constatação me leva a inferir que, a cada fase nessa espiral, a cada ciclo completo, mais conhecimento novo é produzido, incorporado e aprimorado. É esse “conhecimento novo” produzido que os liberta da timidez e lhes dá estímulo para questionamentos e análises cada vez mais profundos. Após a realização das atividades, eles se tornam mais problematizadores e colocam questões mais elaboradas e acertadas, tanto de conceitos como de práticas. Posso afirmar que eles aprendem a perguntar e que as disputas ocorrem entre as idéias.

A intenção de minha prática está expressa no objetivo de criar/propiciar espaços dialógico-problematizadores. A intencionalidade fundamenta-se na concepção de mundo, sociedade, educação e sujeito da aprendizagem. Significa prepararmo-nos para o debate, criando argumentos fundamentados, teóricos e práticos: uma *reconstrução racional* referenciada. Neste caso, um processo de *reconstrução racional* é rever a história de nossa prática educacional, analisá-la, estudá-la e reconstruí-la em exponencial com os óculos das teorias-guia, núcleo firme de nosso programa.

A cada registro que estudo e ao me reportar àquela aula, àquele

momento na história de minha prática educacional, reafirmo Lakatos (1978, p. 40) quando diz: “A História da Ciência é muito mais rica que sua reconstrução racional”. Não nos é possível reconstruir na íntegra a beleza e riqueza dos momentos/eventos vividos, bem como a dramaticidade e incertezas de outros. Esta idéia foi constatada pelos próprios alunos (às) na ocasião do estudo dos textos fruto das auto-reflexões. Na verdade, estávamos fazendo a reconstrução racional das próprias propostas individuais nos momentos coletivos, e são nesses momentos que se produz o conhecimento novo. Esse “produzir” conhecimento se faz reconstruindo, analisando, discutindo, optando e deliberando em torno da própria prática educacional em diálogo com os participantes, construindo argumentos para defender suas idéias.

A partir da elaboração de registros mais detalhados e rigorosos é que surgiram planejamentos mais criteriosos. Isto é, houve mudanças nas práticas educacionais, mostrando inclusive um incremento na problematização de conceitos. Pode-se perceber isso quando aparece nos registros que a maior dificuldade em termos de organização da ação está no segundo momento pedagógico (Angotti & Delizoicov, 1992a, p. 55-56), na *Organização do Conhecimento*. Talvez porque a estruturação do conhecimento via categoria epistemológica dos *conceitos unificadores* é mais difícil e coloca à prova os conhecimentos incorporados pelo futuro professor.

Então, quando digo “estou pensando em mudar o tratamento com os registros. Até porque, eles não estão sendo feitos com o rigor necessário. Mas como? Acompanhar e discutir o registro individualmente com os alunos? Analisar

os registros e apontar as modificações?”, estou buscando um caminho. Preciso fazer opções, necessito apontar caminhos para replanejar. As informações registradas dão objetividade ao diálogo e às auto-reflexões. Os registros informam sobre nossa história. São a forma de documentar a história da própria prática educacional. Sendo assim, são indispensáveis para fazermos a *reconstrução racional* dessa mesma prática.

É na *reconstrução racional* que reinventamos a nossa prática e, possivelmente, nossas teorias-guia. É assim que produzimos o conhecimento crítico, principalmente libertando-nos dos equívocos, dos entraves e do medo; libertando-nos do desconhecimento. Esse *conhecimento novo* produzido na *reconstrução crítica* das próprias práticas educacionais é, por um lado, retroalimento dessa prática e, por outro, um requisito para nossa emancipação sócio-cultural.

A espiral auto-reflexiva tem uma importância fundante nesse processo. Se, por um lado, proporciona uma análise retrospectiva da história, por outro aponta para as opções e decisões a serem feitas para as ações prospectivas. Assim o conhecimento se origina; é um processo dinâmico, dialógico e racional que exige uma base, que são os registros, retratos do vivido.

Havíamos deliberado que eu não iria assistir às aulas dos meus alunos e alunas. Para isso, houve um compromisso em valorizar mais o momento dos registros, o que significava que, para isso, as informações registradas deveriam informar como e o que estava sendo feito. Havíamos decidido investir

mais nos registros das informações, entendendo que se eles fossem feitos com mais detalhe, dedicação e cuidado poderiam melhor informar o ocorrido e, ao mesmo tempo, dar mais detalhes do real. Quando falo “não estão sendo feitos com o rigor necessário” quero dizer que o seu conteúdo não estava informando sobre a prática, não dava subsídios para explicar essa experiência vivida, para estudá-la, compreendê-la e apontar caminhos para mudar as práticas futuras, ou seja, *reconstruí-la racionalmente*.

É importante observar que mantive a leitura pública dos registros. Entendo que todos devem ouvir o que foi importante observar naquela aula pelos outros. É fundamental manter esse momento para compartilharmos preocupações, situações-limites (anomalias) e experiências vividas. Buscar solucionar o problema de tempo, sem deixar de fazer a constatação e a compreensão colaborativa dos registros. Mas, principalmente, incorporar o diálogo como elemento de validação do conhecimento produzido. Sem diálogo não há produção de conhecimento crítico. Os registros nos dão a objetividade e em torno dela se estabelece o diálogo em um processo de produção do conhecimento. Na ausência destes registros, esvaziam-se os conceitos.

O diálogo é o confronto entre duas ou mais razões. Se o diálogo é o elemento de validação do conhecimento produzido, ele é também o viabilizador dessa construção; daí a importância da *Metodologia de Programas de Investigação Científica* e da *formação de comunidades de investigadores ativos educacionais*. É importante não perder de vista que a *reconstrução racional* necessita de um distanciamento da prática para indagá-la, inquiri-la, problematizá-

la. Aproxima-se do que Freire refere-se por *admirá-la*, inclusive por indicar a legitimidade, o rigor científico, na investigação da própria prática. Como ele afirma,

*somente um ser que é capaz de sair de seu contexto, de "distanciar-se" dele para ficar com ele; capaz de admirá-lo para, objetivando-o, transformá-lo e, transformando-o, saber-se transformado pela sua própria criação; um ser que é e está sendo no tempo que é o seu, um ser histórico, somente este é capaz, por tudo isto, de comprometer-se (1979, p. 17).*

Esse trabalho é muito complexo, pois vivemos vários momentos de auto-reflexões e de reflexões, desde a construção da proposta no início do 4º ano em Metodologia e Prática de Ensino de Física I, passando pelo estudo das concepções de Física, de Ensino de Física, de Educação e de Formação de professores, até chegar ao contexto em que isso ocorre. Passa pela construção das atividades educacionais, como um complexo dessas concepções, culminando nesse mesmo ano com o planejamento da atividade educacional em Física, o desenvolvimento (ação), a coleta de informações = registros (observação) e a reflexão em torno desses registros. A intenção é vivermos os momentos da espiral cíclica na formação do professor. Para isso, precisam ser reestruturados conceitos da Física, aprofundando-se a compreensão desse conceito a partir da sua problematização, influenciado e requerido pelas concepções científico-educacionais estudadas. Nesse momento é possível avaliá-los e avaliar-me.

Para mudarmos o ensino de Física em qualquer nível de escolaridade, mais particularmente no Ensino Fundamental e Médio, precisamos mudar a formação de professores, instrumentalizando-os a criarem propostas de ensino-aprendizagem em Física e analisá-las em um processo de *reconstrução*

*racional*. Criarem e investigarem propostas educacionais próprias e assumirem os riscos e incertezas dessas ações.

Problematizando conceitos e práticas, nos embrenhamos em um “fazer diferente”, mesmo que esses saltos sejam pequenos a cada atividade. A formação do professor necessita exigir o compromisso do seu egresso com o “fazer diferente”, isto é, uma ação para a mudança.

Segue-se a construção dos projetos de investigação-ação educacional crítico-ativa, o que entendemos por *organização dos processos de ilustração*. As interpretações das informações são validadas através do diálogo entre os envolvidos, pela força do melhor argumento. Significa explicar e compreender a prática à luz das teorias-guia, mas também projetar a nova prática, apontando os fatos novos. Isso é feito com os alunos nos momentos coletivos. O rigor científico é determinado pela aproximação com as teorias-guia adotadas. Levo em consideração que em qualquer tipo de pesquisa as informações registradas não são neutras.

## **5.1 O QUE É PRODUZIR CONHECIMENTO NA INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL CRÍTICO-ATIVA?**

Em minha proposta educacional, o núcleo é o *método da conscientização* em Freire (1987) e a *espiral auto-reflexiva de ciclos*, criada por Lewin (1978), aliado ao *roteiro para diário de bordo*, já citado anteriormente e que



nos orienta na confecção de registros. Trata-se de um caminho para levar à produção do conhecimento. Parece-me que é mais um ponto de contato entre a *reconstrução racional*, Lakatos (1978) e o *estudo freiriano* (Freire, 1982).

O *estudo freiriano* nos ajuda a compreender o que foi feito, oferecendo elementos teórico-práticos para análise dos registros que representam a objetividade. É preciso compreender o que foi feito – o vivido –, para se chegar a apontar caminhos para um “fazer diferente”. Compreensão não tem ação, não muda a realidade. Compreender não é produzir. Todavia, é preciso compreender para produzir. Não basta compreender a ação e apontar caminhos; é preciso, ainda, incorporar esse conhecimento à nova ação.

Então, *o papel do professor é transformar uma experiência vivida em uma experiência compreendida e assim chegar ao conhecimento crítico*, com já disse anteriormente. É preciso partir da própria ação, compreender essa ação, que é o que estou chamando de *estudo freiriano*: “Estudar é, também e sobretudo, pensar a prática” (Freire, 1982. p. 11). Este processo nos permite dar um salto maior na produção do conhecimento.

É importante salientar que um momento é a espiral auto-reflexiva de ciclos construída e vivida no grupo na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I e II. Outro momento é o que estou fazendo como investigadora ativa, reconstruindo racionalmente o vivido. Contarei a história, interpretando-a com base nas subcategorias que escolhi e que emergem das teorias-guia e que podem balizar essa retrospectiva, como criticidade nos dados de campo.

É a crítica racional que faz com que se possa avançar. É a crítica racional que possibilita a reflexão dos problemas sociais e que dinamiza a pesquisa e a construção do conhecimento. Na visão crítico-ativa é que se faz a junção do teórico com o prático, necessitando a *reconstrução racional* tanto da interpretação como da crítica.

Neste caso, alunos(as) fazem, constroem e vivem o processo reflexivo (Mion, 1996). O tempo de duração desse processo reflexivo é menor, por estar delimitado na carga horária da disciplina. Eles começam com a fundamentação teórico-prática na disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física I, aliada a todas as outras disciplinas cursadas até o momento. Em Metodologia e Prática de Ensino de Física II, durante o primeiro semestre do ano, constroem seus projetos de investigação-ação, que incluem e priorizam a elaboração da proposta educacional em Física (*construção dos processos de ilustração*). No terceiro bimestre, vão para a sala de aula e desenvolvem a proposta com as turmas por eles(as) escolhidas que delinearão no projeto. Planejam as atividades educacionais em Física para as desenvolverem nas suas aulas, além de fazerem registros do que ocorre. O respectivo planejamento sempre incide sobre estas aulas. Há ainda o momento da reflexão, que é semanal com todo o grupo, quando cada um apresenta e mostra o que registrou e, colaborativamente, refletimos sobre esses registros. Isso é apenas uma interpretação, ainda não a estou chamando de reconstrução racional. Aqui, nessa reflexão, oriento-os no sentido de que eles(as) devam ler os registros, estudá-los de forma que possam compreender a prática.

Ao compreender essa prática, estarão produzindo conhecimentos que subsidiarão o apontamento de caminhos para um replanejamento que reconstrua essa prática e permita um “fazer diferente” na atividade seguinte. Esse subsídio é o conhecimento novo construído colaborativamente no curso das reflexões e que pode ser entendido com uma reconstrução racional. Terminado o bimestre – com no mínimo oito semanas de ação efetiva nas escolas e no gerenciamento de aulas de Física – os alunos partem para o “estudo das práticas”, sistematização dos *processos reflexivos* das próprias práticas educacionais, subsidiados pelos registros.

O *status de reconstrução racional* pode ser dado no momento de olhar para o trabalho que foi desenvolvido na investigação-ação educacional e no momento de interpretação e de posterior análise crítica dos dados sobre o feito. Olhando a história interna (intelectual) do que ocorreu, principalmente porque eu a vivi, tenho condições de olhá-la por dentro, fortalecendo todo o processo ocorrido, não como microrreconstruções feitas ao final de cada ciclo, mas como um outro anel na espiral auto-reflexiva.

Uma situação-problema era que eu não sabia como orientá-los, pois ainda estava investigando. O que eu tinha naquele momento guiando a minha prática para orientá-los era a teoria da ação-reflexão-ação. O avanço nesse trabalho de pesquisa foi encontrar essa saída a partir da *reconstrução racional* lakatosiana.

Em resumo, tenho um grupo formado por vários sujeitos,

incluindo-me. Cada um analisa seu trabalho, sua prática. Mas existem momentos no coletivo, quando fazemos *estudos freirianos* na comunidade de aprendizagem de investigadores ativos educacionais. A característica de programa vem de ter uma preocupação temática comum, que é a prática educacional em Física. Em Lakatos (1979, p. 161), os elementos de uma série de teorias estão ligados por *notável continuidade*, que os solda em programas de pesquisa. E, segundo ele, essa continuidade desempenha um papel vital na história da ciência.

No meu caso, esse programa é composto de vários projetos. Todas as perguntas dos projetos particulares, suas preocupações temáticas particulares, derivam da preocupação temática central. Há necessidade de que exista um vínculo que, além do diálogo entre os envolvidos, represente a problematização das próprias práticas educacionais.

Como analisar isso? Olhando retrospectivamente para a história (o passado), olha-se o programa. Olha-se objetivamente para os registros do que ocorreu e também sobre o planejado. A objetividade desse trabalho de reconstrução racional é obtida através dos registros e do distanciamento deles para admirá-los. A subjetividade é a nossa interpretação; é estar olhando o que ocorreu e fazendo a interpretação. Segundo Lakatos (1979), cada um tem a sua "filosofia". Significa dizer que temos nossas teorias-guia e nossas idiossincrasias que guiam essas interpretações.

É por isso que para nós essa "reconstrução racional" não pode ser feita por alguém de fora. Uma pessoa de fora olharia apenas os registros, o que

não teria significado, uma vez que não foi ele quem registrou. Essa pessoa não faz parte daquela história. Com isso, além de interpretar uma história que não é sua, não tem poder de transformá-la. Isso significa também que nada me garante que meus alunos(as) continuarão nessa perspectiva, pois só posso modificar a minha prática; a deles(as), só eles próprios que podem mudar. Em outras palavras, lhes foi dado o poder de escolhas, de fazer opções, mas as escolhas são deles.

Além disso, existe a exigência de a *reconstrução racional* em um processo de investigação-ação educacional crítico-ativa ser realizada por sujeitos participantes – investigadores ativos. Fazer uma reconstrução racional não tem valor científico se não for dentro de um programa de pesquisa, pois é pelo diálogo que a comunidade valida as interpretações. Eticamente, esta reconstrução ficaria comprometida. Não dá para dialogar com quem não tem a mesma preocupação temática para validar as interpretações. A *preocupação temática* necessita ser comum e representa também o objeto sobre o qual se dialoga. O vínculo que temos é o que caracteriza a proposta como programa de pesquisa e que valida nossas interpretações. Não estou dizendo que não seja possível dialogar com os diferentes. Somos diferentes, temos nossas “filosofias”, nossas idiossincrasias, mas a preocupação temática central necessariamente é comum

Neste trabalho serão abordados dois momentos: aquele em que construo e vivo com meus alunos(as) a espiral auto-reflexiva de ciclos, e esse outro momento meu como pesquisadora em que me distancio, necessário para a reconstrução crítica. Não que eles não sejam investigadores ativos também, mas

estão em outra fase. São chamados de investigadores ativos porque ao mesmo tempo em que vão à escola dar suas aulas de Física, estão buscando responder a uma pergunta e resolver um problema educativo no ensino de Física que eles mesmos levantaram.

Cabe-me, pois vivi e tenho registros, fazer essa reconstrução racional referente a esse processo. Outra pessoa poderia fazer a reconstrução racional; porém, na nossa concepção de investigação-ação, cabe aos sujeitos participantes. Qualquer um dos participantes que viveu na prática dele a espiral de ciclos em um processo de investigação-ação com os outros sujeitos pode fazer essa reconstrução racional. Existe uma espiral de ciclos perpassando o trabalho de todos.

Alguém poderia perguntar: só é possível fazer “reconstrução racional” na investigação-ação educacional crítico-ativa? Não. O que estou afirmando é que nessa perspectiva de investigação-ação pode ser uma forma de olhar para o que ocorreu e reconstruir a história interpretativa e crítica a partir de uma *reconstrução racional* desse processo, pois a investigação-ação educacional possui, bem definido, seu método científico.

É de fundamental importância o método científico adotado na construção e condução da pesquisa. Isso qualifica a investigação-ação educacional crítico-ativa como a concepção de pesquisa para trabalhar com práticas educacionais na formação do investigador ativo, para trabalhar com pessoas, com formação de professores, com ensino-aprendizagem. Esse “método

científico” nos leva e nos permite a “reconstrução racional”.

É justamente essa forma metodológica científica de analisar objetivamente (a objetividade) e interpretativamente (a subjetividade) que permite a produção do conhecimento novo. O sujeito está do lado de dentro. É realmente sujeito, autor e ator de sua proposta. É importante esclarecer que existe o professor e o investigador. Na mesma pessoa, mas existe. Não estou querendo dizer que professor e investigador sejam a mesma coisa. Até porque é necessário viver um processo em que haja um método científico, como na investigação-ação educacional crítico-ativa, para formar um investigador ativo. Existem muitos trabalhos feitos e em andamento que não formam o investigador ativo porque não vivem esse processo investigativo ativo.

Quando falo do programa, onde cada aluno tem o seu projeto de pesquisa particular, estou me referindo à *organização de processos de ilustração*. Por que *ilustração*? Porque existe um “método científico” estabelecido nos momentos de planejamento, ação, observação e reflexão. Na observação se faz coleta de informações (registros). Esses registros é que nos permitem fazer a reconstrução racional, mesmo que em menor escala.

Em Metodologia e Prática de Ensino, o *professor supervisor* não precisa assistir, obrigatoriamente, às aulas de seus alunos-estagiários, mas é preciso existir alguma forma que retrate o mais fielmente possível a realidade. Esta forma são os registros, que podem ser escritos e são válidos, necessários, práticos e ilustrativos. Mas também em gravação mecânica: áudio e vídeo, onde

não há qualquer tipo de interpretação ainda.

Eles(as) viveram esse processo. Foram à escola, deram suas aulas de Física na turma escolhida, fizeram seus registros e, a partir destes, houve momentos de reflexão semanalmente. Essa reflexão, que é o que estou chamando de *estudo freiriano* coletivo e colaborativo, foi vivida com todos os participantes na comunidade de aprendizagem. Reflexão não se faz sozinho, individualmente. “Reconstrução racional” pode ser realizada mais individualmente, mas uma reflexão não. Então, qual seria a diferença entre “reflexão” e “reconstrução racional”?

A reflexão ainda está no “segundo mundo” de Popper (In Lakatos, 1979): o mundo da consciência. Segundo Freire (1987), a reflexão é um caminho para a conscientização. O que a diferencia da “reconstrução racional”, processo que pode ser feito mais individualmente, é que, a partir dessa reflexão e dessa conscientização, voltamos retrospectivamente na história e nos distanciamos dela para admirá-la, momento da produção do conhecimento crítico. Então, não basta estar num processo de conscientização para construir conhecimento. É preciso ir além. Esse “além” é a “reconstrução racional” e que está no “terceiro mundo” de Popper: o mundo das idéias, das proposições, da verdade, dos padrões – o mundo do conhecimento objetivo.

Sendo assim, alguém pode dizer: você fala em investigação-ação educacional crítico-ativa, mas já não está mais na ação, e ainda acha que é importante esse momento? E com quem você dialoga? Na verdade a



“reconstrução racional” é um diálogo sim, mas é um pouco diferente. Ela requer a vivência de um processo dialógico de reflexão da parte de quem a faz e sobre o que é feita. Não é mais um diálogo freiriano, pois este necessita de dois ou mais participantes, mas é um diálogo interno (intelectual), o que Lakatos (1979) chama de história interna. Por isso que é imprescindível que a “reconstrução racional” seja desenvolvida dentro de um programa de investigação-ação, pois é uma reflexão que envolve registros, bem como objetividade e subjetividade dentro de uma racionalidade crítica.

Estou falando de um momento de reconstrução mais amplo, mais abrangente. Não estou olhando somente para aqueles dois momentos (observação e reflexão), mas para os quatro momentos em espiral exponencial da investigação-ação educacional crítico-ativa de todo o programa. Isto significa reconstruir a história do planejamento, da ação, da observação e da reflexão de todo o programa. É importante atentar para o que diz Lakatos:

*Todos os historiadores da ciência que distinguem entre progresso e degenerescência, ciência e pseudociência, são obrigados a utilizar uma premissa de apreciação do “terceiro mundo” ao explicarem a mudança científica. É o uso de uma tal premissa nos esquemas explicativos que descrevem a mudança científica que eu chamei de “reconstrução racional da história da ciência”. (...) as reconstruções racionais da história são programas de investigação, com uma apreciação normativa como núcleo firme e hipóteses psicológicas (e condições iniciais) na cintura protetora (1979, p.107, grifos nossos).*

Se não vivemos um processo de reconstrução racional, não estamos fazendo ciência educativa, e sim pseudociência. Vejamos: “Sustento antes que *todos os historiadores da ciência que defendem que o progresso da*

*ciência é o progresso do conhecimento objetivo utilizam uma reconstrução racional* (Lakatos, 1979, p. 107, grifos nossos). Se não partirmos da objetividade, indo para a subjetividade para chegarmos à criticidade, não fazemos ciência dentro de um programa de investigação. Isso não significa que trabalhos interpretativos, por exemplo, não tenham valor educativo. Mas não é produção de conhecimento científico.

Na citação acima, Lakatos define “reconstrução racional” e a atrela ao uso de premissas. E o que são essas tais premissas em meu trabalho? São as categorias e subcategorias a partir das quais procedo à reconstrução racional da história de minha prática educacional em busca de proposições e do conhecimento objetivo em torno de meu próprio trabalho.

## **5.2 O PROGRAMA DE PESQUISA À LUZ DAS TEORIAS-GUIA: PREMISSAS DE APRECIÇÃO**

Passo agora a identificar os elementos discutidos até aqui nos registros realizados. Este registro representa uma atividade educacional, planejada e desenvolvida por um dos meus alunos. O objetivo era criar uma atividade para vivermos com os demais os momentos da espiral cíclica que compõem o “ato educativo”.

Os pontos mais evidentes e que merecem apreciação foram:

*Fragilidades do aluno em termos de conhecimento da Física* – O aluno não demonstrou que sabe expressar os conceitos e nem utilizá-los; faz confusão na hora de explicar os conceitos físicos envolvidos. Observa-se sua não

apropriação da linguagem formal da Física. Seus demais colegas percebem essa confusão feita por ele no desenvolvimento de sua aula. Percebem também o erro conceitual cometido pelo aluno-professor. Como se vê, os alunos são ativos e problematizam a prática vivida.

Percebe-se pelo registro que existe um direcionador da prática, um projeto. Há um caminho, com um propósito, para levar os envolvidos(as) a mudar suas práticas. A hipótese é que se planejarmos, agirmos, registrarmos as informações e refletirmos sobre elas, obteremos mudanças contínuas, em exponencial, nessas práticas.

*Resistências dos alunos e minhas quanto ao fazer registros* – É possível que seja por dificuldade de compor esses registros, mais do que de fazê-los. Isto requer uma mudança na própria prática. Como alternativa, passei a desenvolver uma problematização desses registros, pois era preciso aprender a fazê-los. Mas é nítida a dificuldade de incorporar na prática a ação de registrar, inclusive da minha parte.

*Um aprendizado de como se faz uma prática diferente* – Percebe-se claramente a intenção de que essa atividade educacional em Física, elaborada pelo aluno para ser desenvolvida e analisada na própria turma na licenciatura, seja uma “experiência controlada”, pois estamos em processo de experimentação. As dificuldades, inclusive conceituais, existem, e é isso que nos aponta que não é conveniente colocar um aluno frente a uma turma na escola, no ensino fundamental e médio logo, no início de seu curso de graduação.

*A problematização* – O que é problematizar uma prática vivida? É permitir que os alunos levistem os “problemas” observados na aula. Que apontem situações-limites, anomalias. Por exemplo, apontem os erros conceituais, questionem conceitos e estratégias metodológicas utilizadas, bem como o objeto técnico que foi investigado. Nestes momentos, sugiram outros equipamentos como possibilidade de problematização. No entanto, nessa experiência percebe-se que houve uma problematização da prática, mas não dos conceitos.

Talvez os alunos e alunas necessitassem de mais tempo para incorporação da idéia de problematizar conceitos e práticas e da própria necessidade em uma prática de “fazer diferente”. Inclusive, o “fazer diferente” já é problematizar conceitos. É colocá-los como problemáticos e problematizáveis. Saber fazer perguntas é uma necessidade que precisa ser contemplada na formação inicial do professor.

Faz-se necessário também problematizar os limites desses conhecimentos. Neste caso, observa-se que o objeto técnico guarda um potencial ilimitado nesse sentido. É no entendimento de *como as coisas funcionam* que detectamos os limites da Física clássica, por exemplo. Até onde conhecimentos da Física clássica bastam para explicar o funcionamento de determinado objeto técnico e em que momento necessitamos de conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea? Como esse conhecimento envolvido pode ser estruturado na abordagem para fortalecer seu ensino, apreensão e importância? Aqui entra a categoria epistemológica dos *conceitos unificadores*, ponto nevrálgico nesta proposta.

*Dificuldades, na problematização, em construir e seguir planejamentos* – A maior dificuldade é na organização do conhecimento. Em uma primeira interpretação, parece-me que a causa dessa dificuldade está em não ter incorporado esse conhecimento científico da Física. Mas o aluno-professor não problematizou o objeto, ele o expôs. E por ser muito expositivo, além de diminuir os espaços de diálogo, esvaziou o significado da presença do objeto técnico como mediador do conhecimento envolvido e também como mediador da problematização de conceitos e práticas em sala de aula.

Fazer atividades educacionais problematizando o funcionamento e fabricação do objeto técnico implica manuseá-lo reflexivamente, investigando-o. Assim, torna-se possível estudar Física e problematizar conceitos, estruturas desses e de práticas. Os demais alunos(as) já apontam a necessidade de problematizar e de terem outras idéias a partir da problematização dessa prática.

Não se criou o novo até esse momento. O que se percebe claramente é que há momentos de diálogo. Percebe-se ainda que persiste a idéia de que o professor tem que responder a todas as questões feitas pelos alunos. Provavelmente, ainda não incorporaram a importância dessa concepção de planejamento no “ato educativo” e também, qual é o papel/função do professor. Não se dão conta de nossos limites. Penso que lhes falta percepção mais ampla do “ser professor”. Isso me leva a inferir que ainda compreendem o “ato educativo” no senso comum. Não perceberam que ele só tem sentido se dermos igual importância a seus quatro momentos: planejamento, ação, observação e reflexão. Levá-los a compreender a amplitude e seus significados do que seja o “ato

educativo” é ainda um desafio.

Na minha compreensão, persiste a idéia equivocada do que seja trabalhar educacionalmente. Trabalhar educacionalmente um determinado conceito e/ou conhecimento físico requer obrigatoriamente que momentos de planejamento, ação, observação e reflexão componham o “ato educativo”. Na falta, ou negligenciando um ou mais destes momentos, o conceito/conhecimento não foi trabalhado educacionalmente. Por exemplo, se a pergunta que o aluno fez merece resposta, então, para ser trabalhada didático-educacionalmente, requer planejamento. Caso não haja planejamento, o que foi feito não passou de informação. Informar não é trabalhar educacionalmente; é uma prática bancária. Como eu já detectava anteriormente, não “percebem” o planejamento de forma séria.

O aluno-estagiário, ao desenvolver a atividade educacional, perdeu de vista o objetivo e o conceito. Quando o aluno-professor perde de vista o objetivo, e conseqüentemente o conceito, mostra que não percebe o essencial, aquilo que ele veio fazer. Mais uma vez, nota-se que a dificuldade maior reside na *organização do conhecimento*. Porém, a dificuldade, analisando mais detidamente, é anterior. Está na problematização inicial. Trata-se da dificuldade de seguir um planejamento e pensar para que ele serve. Será que não é conseqüência da orientação que recebem? Ou seja, o problema estaria na minha própria prática? Estou querendo que eles façam suas aulas de acordo com minhas expectativas, concepções e modelo de atividade? Com isso o aluno não está sendo sujeito e está tendo uma certa manipulação? Os alunos não estariam ainda

em uma outra concepção de educação? A partir destas indagações, compreendo que é preciso tempo para ocorrerem rupturas nas práticas educacionais e incorporação dessa concepção de educação que intento.

Isso me leva a pensar o quão interessante seria analisar as ementas da disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física no Brasil. Quantos alunos de licenciatura em Física trabalham na perspectiva dos momentos pedagógicos? Da alfabetização técnica? De equipamentos geradores? De conceitos unificadores? Da dialogicidade e da problematização?

Os demais alunos(as) questionam a prática desse aluno-professor e isso aponta para a viabilidade dessa maneira de trabalhar. Pode ser que esse aluno que está sendo questionado esteja agindo dessa forma justamente porque está tenso e está do outro lado – o lado do professor – e que a problematização da situação facilite para incorporar esse aprendizado. A exigência é grande; criar uma atividade educacional no ensino de Física que englobe as diversas concepções científico-educacionais estudadas, manuseando/investigando o funcionamento de um objeto técnico, levá-lo para a sala de aula, isto tudo é aprendizado.

Percebo que os alunos estão desafiados para tal atitude. Isso mostra que devemos intensificar os momentos de criação, desenvolvimento e avaliação das atividades educacionais em sala de aula na formação inicial de professores de Física. Alguns alunos sugerem a modificação na aula. A

modificação já é o novo<sup>1</sup>. Nas falas abaixo, por exemplo, a idéia de problematização aparece com mais força:

*Primeiro, mostrar um motor, um gerador. Um motor elétrico por dentro. É aquela história "só dá para acreditar vendo". Então, como é que posso associar um gerador desses com o liquidificador, com a batedeira. Será que não poderia trazer uma batedeira aberta para a gente ver? Será que não é o mesmo princípio? (...) Outra coisa, achei que não houve muito diálogo nesta aula. Por exemplo, nesta hora ele chegou, e disse: "ó, uma turbina elétrica é cem mil vezes maior", isso aí você veio e falou, nós tivemos que ..., você não provou nada. Você não pesou na nossa frente aquele pino. Você tem que dialogar mais com seus alunos. Por exemplo, quando a gente perguntava as coisas, você dizia "vamos ver mais para frente". Se eu não voltasse com a pergunta do carro, você iria deixar seus alunos com dúvidas (aula do dia 02/12/99).*

*As modificações que eu faria? Eu começaria mostrando o que é o dínamo. Faria eles mexerem, fazer questionamento: como funciona? Eu faria uma aula mais curta (atividade no dia 02/12/99).*

*Eu senti dificuldade em entender o que você estava querendo passar.*

*Então, eu faria diferente. Falaria mais sobre outros tipos de geradores.*

---

<sup>1</sup> Estou me referindo às sugestões e apontamentos de caminhos, feito pelos demais participantes, para construir a nova ação (atividade educacional), já incorporando conhecimentos oriundos do



*Explicaria o que é aquele eletroímã que você falou. Ninguém sabe o que é um eletroímã. Mostraria como é um gerador por dentro. Desmontaria, traria desmontado. Um montado e outro desmontado. Outra coisa que faltou mesmo, é aquela parte da Física mesmo, que era você mostrar como no gerador transforma esta energia mecânica em energia elétrica. Esta (a energia elétrica) todo mundo viu, gira, acende a luz. Mas, o que tem por trás deste giro até chegar a luz aqui? Isso eu faria diferente (aula do dia 02/12/1999).*

*Colocaria, primeiro aí no início, eles começariam respondendo coisas fáceis. Por que está funcionando a lâmpada? Por que estou pedalando, está girando a roda, ela está fazendo girar o eixo do dínamo e está produzindo, lá dentro, energia elétrica para gerar a luz para a lâmpada da frente. Está tudo bem, acho que os seus alunos iriam observar, estariam perguntando como isso acontece e por que isso acontece e que tipo de energia está sendo transformada? De onde está vindo a energia? Que transformação de energia a gente tem? E está acontecendo isso, alguém pode me responder como isso acontece? A Física vai explicar como isso acontece. Você observa as coisas, não dá a mínima importância. Muitas vezes a charada é explicar como isso funciona e baseá-la nos conceitos físicos. Ele poderia ser mais rápido, demonstrar isso e partir do conceitual para a resolução de exercícios (aula do dia 02/12/1999).*

*Diálogo – O diálogo é uma aprendizagem, mas aparece como a*

origem do conhecimento envolvido. O aluno-professor, em sua aula, provoca o diálogo. Mostra também que mesmo não sendo bem explorado, o objeto técnico por si só já problematiza a realidade (modifica a sala de aula). Ao estudar essa aula de maneira coletiva e colaborativa, a problematização se dá tanto sobre a prática como sobre a postura didático-pedagógica do professor.

Os alunos não percebem os “conceitos unificadores”. Timidamente percebem as transformações de Energia. Não se dão conta que Energia é um conceito importante, que existe uma ordem de grandeza interna dos conhecimentos científicos em estudo. É grave, nessas alturas do curso, um aluno não compreender que há uma estruturação e hierarquização nos conceitos. Se não chamamos a atenção dos alunos(as) sobre os conceitos unificadores, eles não falam e não percebem que estes conceitos existem e que estão presentes. Como, diante disto, não ter dificuldades na estruturação de conceitos?

*O “fazer diferente” se manifesta de diferentes maneiras – Aparece ao trazer o objeto técnico para a sala de aula; ao utilizar os momentos pedagógicos. Ao problematizar a prática do aluno-professor, todos os conceitos unificadores estão presentes e alguns começam a despontar. Nesse momento, os alunos se dão conta de como poderiam modificar a aula. Quando eles apontam para a necessidade de fazer modificações, já estão fazendo opções. Alguns indícios disso já foram destacados acima. Apesar das dificuldades, dá para perceber que eles querem “fazer diferente”. Querem, por exemplo, explicar como funciona uma furadeira, desmontando-a e vendo como funciona.*

Quanto ao “criar o novo”, este começa a partir do momento em que os alunos apontam como fariam diferente, no momento em que sugerem mudanças no planejamento, na utilização do objeto técnico.

Em um outro registro de atividade educacional feita e desenvolvida em aula para ser analisada pelos alunos, o aluno-professor não problematiza, apresenta questões. Centraliza a atividade nele mesmo. Não houve problematização; o diálogo ficou comprometido. Faz uma aula expositiva, nos moldes de cursinhos. Infiro que este aluno-professor não consegue problematizar a realidade, pois não se aproxima dela. Um de seus “alunos”<sup>2</sup> problematiza essa prática, chamando a atenção para a necessidade de os exercícios estarem relacionados à realidade. Aponta, igualmente, a necessidade de manuseio de objetos técnicos.

As questões sociais não são trabalhadas pelo aluno-professor, mas são lembradas e questionadas pelos demais participantes da aula. Os envolvidos(as) estavam “ligados” na Física e não nas questões sociais. Questiono o planejamento desse aluno-professor e os conceitos, buscando questões sociais implicadas.

Percebo “resistência” no sentido de trabalhar com a Física envolvida na explicação de um circuito real: o *circuito da TV*, conforme havíamos

---

<sup>2</sup> Estas análises são referentes a exemplares de atividades educacionais elaboradas, desenvolvidas e avaliadas em sala de aula na graduação. O objetivo é que os alunos construam uma situação em que vivam os momentos do ato educativo (planejamento, ação, observação e reflexão) concretamente. Denomino aluno-professor ao aluno que naquele dia está desenvolvendo sua atividade na turma. Os demais envolvidos são, naquela situação, seus alunos.

planejado com antecedência. Penso que isso se deve ao fato de este aluno trabalhar com aquilo que ele considera Física, com aquilo que ele está acostumado. Uma Física que não explica a realidade mas que, mesmo assim, é trabalhada no curso de licenciatura.

### 5.3 RECONSTRUINDO RACIONALMENTE OS REGISTROS

Pretendo, neste tópico, mostrar como realizei a análise dos registros. Esse era o grande nó. Questão interna minha e que de uma certa forma dominou a investigação. Ou seja, como tratar os dados de campo? Como analisar e valorizar os registros? Como problematizar os registros?

Para chegar a essa resposta foi necessário dizer como tratar os dados de campo. Implicou se diferenciar das outras concepções de pesquisa que são: ou técnica, que poderia se valer de uma maneira explicativa, podendo inclusive lançar mão de meios estatísticos, ou uma visão prática, que utiliza apenas uma descrição ou, na melhor das hipóteses, uma análise interpretativa dos dados, informações registradas. Como demarcar as diferenças com essa linha de pesquisa que venho advogando?

Nesta direção, Lakatos (1978 e 1979) com a idéia de *programas de pesquisa* nos fornece a *reconstrução racional da história da ciência* como caminho para a produção do conhecimento científico, que foi determinante na análise dos registros (dados de campo). Por meio da reconstrução racional é possível realizar uma análise crítica. Isto é, apreciar a história da própria prática

educacional de forma tanto objetiva como subjetiva. Neste sentido valoriza-se a objetividade que são os registros, os dados de campo, a explicação. Porém, valoriza-se da mesma maneira o sujeito, a interpretação deste sujeito – a subjetividade.

Lakatos (1978) fala da *reconstrução racional da história da ciência*, eu estou falando em *reconstrução racional* da história de uma prática educacional na formação de profissionais em Física. Reside aí a necessidade de ser tratada e de ser entendida como programa de investigação. Em um programa de investigação temos um problema coletivo, que significa uma preocupação temática comum (coletiva), da qual derivam os problemas específicos que geram projetos singulares. Cada indivíduo tem uma pergunta e se apresenta como ele pode contribuir para responder a essa questão central. Mas estes problemas específicos têm um vínculo e que não é apenas o diálogo. Existe um vínculo objetivo no próprio problema. Isto é, da problemática central derivam os projetos particulares. Cada projeto particular colabora para responder à problemática integrada. Pelo menos, este é o desafio.

A necessidade e a oportunidade de ser um programa de pesquisa é condição necessária para a realização da reconstrução racional. Essa reconstrução representa em si como é feito o tratamento dos dados. Em outras palavras, como analisar a própria prática a partir dos dados colhidos na ação.

Neste caso, primeiro estudei os registros exaustivamente. Neles fui identificando regularidades. Buscava essas regularidades de acordo com as concepções científico-educacionais trabalhadas – como podemos ver no título, a intenção que permeou todo o trabalho. Esperava encontrar as premissas de

apreciação dos dados e a partir delas realizar a reconstrução racional respondendo à pergunta: o que é e como produzir conhecimento nesse contexto?

São essas regularidades que busquei nos registros que me levaram a escolher algumas premissas de apreciação. Essas premissas de apreciação são originárias da intenção que este trabalho apresenta e que valida a construção do conhecimento nesse contexto. Isto é, intenção, diálogo, negociação, problematização, “fazer opções”, “fazer diferente” e “fazer registros”. Enfim, produzir conhecimento novo. Essas premissas de apreciação advindas do estudo preliminar dos registros viabilizaram a *reconstrução racional da história da própria prática*.

Esse capítulo compõe-se de três partes. A primeira é mais geral, e nela busco definir a reconstrução racional que está fundamentada no capítulo 2. Na segunda parte falo do que é produzir conhecimento na investigação-ação educacional crítico-ativa a partir da reconstrução racional. E numa terceira parte mostro como foi feita essa reconstrução racional.

Os registros (são os dados de campo) foram coletados durante e logo após a aula, por escrito e por meio de gravação em vídeo e áudio. Em seguida transcritos e digitados. Hoje se encontram em disquete e impressos à disposição de quem o desejar. Estudei exaustivamente todos, mas escolhi intencionalmente alguns para constar do documento de tese. Dentre tantos escolhi quatro exemplares. A partir deles é que apresento as premissas de apreciação, como e qual a apreciação feita.

O leitor encontrará a seguir alguns exemplares de registros e a correspondente reconstrução racional/crítica. São quatro registros, a saber: 1) o

imprevisto e como lidar com ele; 2) uma atividade educacional em Física; 3) o estudo de uma atividade educacional, exemplar, feito pelos alunos, e 4) uma orientação mais geral. A partir deles, pretendo apresentar as subcategorias de análises.

*Iniciamos a aula e perguntei-lhes quais os motivos que levaram todos a faltar na aula anterior. Eles me responderam que haviam solicitado aos professores esticarem o feriado. Falei-lhes que a mim ninguém havia falado nada. Foi então que um aluno, o Marcos, disse que eles haviam decidido que ninguém iria para a aula e se ninguém fosse não teria aula e nada poderia acontecer. Perguntei-lhes por quê. Ele me disse que eles eram solidários entre si. Que a turma era muito unida e então ninguém podia agir de forma diferente. Perguntei-lhes então o que eles entendiam por solidariedade? Por união? Por colaboração? O que consegui perceber é que eles demonstram um entendimento equivocado de união, colaboração e compromisso.*

*Para fechar a discussão coloquei a eles duas possibilidades: uma, registrar a aula dada e colocar falta para todos, pois eu estava lá esperando por eles. Outra, que eles marcassem um outro dia para repor essa aula, fora do nosso horário normal. Para isso, a turma deveria assumir o compromisso de eles próprios tomarem essa iniciativa e principalmente, não faltarem.*

*O que eu queria com essa negociação é que os alunos sentissem o peso da responsabilidade por suas ações e principalmente, entender que sempre temos que fazer opções, mas que estas têm*

*conseqüências. Queria também que os alunos soubessem que é possível negociar esse tipo de situação, desde que seja com antecedência e através do diálogo entre as partes, analisando as possibilidades ou não de poder fazer isso.*

*Tendo em vista o planejado para esta aula, ficamos apenas com a discussão sobre a nossa própria prática educacional, mas foi de uma certa forma uma problematização inicial – um desafio – para nos remeter à leitura da obra clássica *Pedagogia do Oprimido*, que inclusive a cada encontro se torna mais necessária, mais fundante para essa disciplina e para a formação de professores, demarcando mesmo seu papel de teoria-guia dessa proposta educacional que estamos construindo, desenvolvendo e avaliando.*

*Penso que consegui amarrar um compromisso ético com os meus alunos em relação às nossas práticas educacionais e ao mesmo tempo desafiá-los ao estudo da concepção educacional freiniana, tanto para nos educarmos como professores, como para discutirmos essa concepção enquanto professores de Física e especialmente no ensino de Física.*

*Ocupamos toda a aula nessa discussão e com isso o seminário dos meninos fica para a próxima aula. A terceira atividade foi dada, até porque era imprescindível (registro da aula do dia 29 de abril de 1999).*

Todas as subcategorias que marcam presença neste registro foram trabalhadas intencionalmente e, principalmente, há a obstinação de aprendizado dessas subcategorias. Está se ensinando, na prática, a dialogar,



“fazer diferente”, “fazer opções”, negociar, problematizar, criar. Inclusive, pensar situações em que se possa criar estratégias de aprendizado dessas subcategorias.

Um exemplo de problematização da prática foi quando perguntei: *“Quais os motivos que levaram a todos a faltar à aula anterior? Por quê? Ele me disse que eram muito unidos e então ninguém podia agir de forma diferente. Perguntei-lhes então o que eles entendiam por solidariedade? Por união? Por colaboração?”*

É fácil explicar que a problematização de conceitos e de práticas ocorre desde antes de entrar para esta aula e que é a origem do planejamento. A situação-limite que os alunos (as) criaram ao não comparecerem na aula levou-me a questionamentos. Passou a ser uma situação-problema.

Diálogo e negociação, na acepção apresentada em Ventura (2001), aparecem na mesma frase, além de parecer nela um preparo para se “fazer opções”. Vejamos este outro trecho de meu registro: *“Para fechar a discussão coloquei a eles duas possibilidades: uma, registrar a aula dada e colocar falta para todos, pois eu estava esperando por eles. Outra, que eles marcassem um outro dia para repor essa aula fora do horário normal. Para isso, a turma deveria assumir o compromisso de eles próprios tomarem essa iniciativa e, principalmente, não faltarem”*.

É importante problematizar essas situações que comumente ocorrem no espaço escolar e poucas vezes são analisadas. É preciso levar os

envolvidos a entenderem como, neste caso, faltou ética. Isto exemplifica a indução ao erro existente na sociedade, o desrespeito com o outro.

Os registros forneceram indícios da resistência dos alunos(as) à maneira de conduzir o trabalho e de entendimentos distorcidos do que é diálogo. Esses indícios apontaram para a necessidade de mudar minha própria prática e buscar aprendermos a dialogar. Estava diante de uma *situação-problema*. A opção por *negociar* foi a maneira que encontrei para solucionar problemas. Ao fazer isso, procurei também problematizar a prática dos demais envolvidos nessa “situação-limite” (Freire, 1987) ou anomalia (Lakatos, 1978).

Estávamos no início dos trabalhos em *Metodologia e Prática de Ensino de Física I*. Poderia registrar a aula, dar falta a todos e considerar a aula dada. Estava lá e não havia motivo que justificasse a ausência em massa.

Optei por conversar com os alunos(as) sobre nossas aulas e descobrir por que estavam pensando e agindo daquele jeito. Foi o momento de mostrar a eles que podemos “fazer opções”, analisando e assumindo as conseqüências dessas escolhas/opções. É a isso, também, que chamo negociação.

Com isso, minha intenção era estabelecer um compromisso com eles, levá-los a fazer opções e assumir um compromisso. Sabe-se que em aulas de reposição o aluno não recebe falta. O que adianta repor uma aula com apenas 50% dos envolvidos presentes? O fato de todos terem faltado já era uma opção que haviam feito. Isto demonstrava uma resistência da parte deles, também.

Busquei respeitar essa opção deles(as); porém, era preciso levá-los a compreender que aquele ato tinha conseqüências. O que me interessava, dentre outras coisas, era repor essa aula e com todos os envolvidos(as) presentes. Pela negociação eles(as) definiriam que dia faríamos a aula, local e data. Mas precisava garantir que estivessem todos em aula.

O caminho da negociação e, neste caso, para o aprendizado do diálogo, nos leva intencionalmente a que nos responsabilizemos por nossas ações. Entende-se e aprende-se a “fazer opções”.

Vejo que criar, negociar, diálogo, “fazer opções”, “fazer diferente”, intenção, estão presentes nesse trecho do registro: *“O que eu queria com essa negociação é que os alunos sentissem o peso da responsabilidade por suas ações e, principalmente, entender que sempre temos que “fazer opções”, mas que estas têm conseqüências. Queria também que os alunos soubessem que é possível negociar esse tipo de situação, desde que seja com antecedência e através do diálogo entre as partes, analisando as possibilidades ou não de fazer isso”*. Minha intenção era fazer diferente do que fizeram comigo. Isso mostra como essas subcategorias explícitas ou implícitas estavam sendo veiculadas e/ou ensinadas.

Se há perdas de uma ou de ambas as partes nessa negociação, não vou me aprofundar, embora a questão tempo seja importante no “ato educativo”. Em vez de duas horas, gastamos quatro horas com essa análise, mas ganhamos em construção e aprendizagem de valores e, principalmente, assentamos bases para nossa prática educacional futura. Eu aprendi a ser mais

humilde e a ouvir os outros, a ser mais tolerante. Do ponto de vista educacional, é rico constatar que a intenção era “fazer diferente” do que vinha sendo feito com turmas anteriores. Em busca do diálogo, negocia-se. Constato humildemente a necessidade de que é preciso aprender a dialogar.

Esse registro e a subcategoria “fazer registros” também podem ser problematizados. Os registros devem ser mais práticos, sucintos, retratando “telegraficamente” o ocorrido. Questiono minha própria forma de registrar, pouco prática e muito explicativa. Compor registros de maneira a não antecipar interpretações requer que eles estejam centrados nos fatos e não nas interpretações minhas (que podem ser meramente subjetivas). Isto viabilizaria o próprio registro, tornando mais rápida esta tarefa. Ele deve apenas “telegrafar” as idéias centrais do ocorrido, como já disse anteriormente. Neste caso o registro poderia ser assim:

*Os alunos decidiram não comparecer na aula anterior. Levantei uma discussão sobre o comportamento dos alunos devido ao fato de não terem comparecido, com a intenção de negociar uma saída. Questionei: por que agiram desta forma? o que significa solidariedade, união, colaboração? Apresentei duas possibilidades para discutirmos e resolvermos a situação: 1) Registrar a aula e ausência para os alunos(as). 2) Que os alunos marquem um outro dia de aula para repor, fora do horário de nossos encontros, em que todos estejam presentes.*

Pelo registro é possível ainda olhar para o ocorrido e começar a

perceber o que levou os alunos(as) a agir dessa forma. O que faz com que os alunos(as) ajam assim e negociem entre eles, me excluindo desse processo? Por que os alunos não se dão conta, na negociação entre eles, de que o que estão querendo fazer não é uma atitude correta do ponto de vista moral? Talvez a própria aula não esteja dando conta de alguns *conceitos*, de alguns valores educativos.

Parece-me que eles até pensam nesses valores, mas de maneira equivocada, inversa. Talvez ainda não tenham entendido, por não ser prioridade no curso de sua formação, o “fazer opções”. O que conta aos alunos é o conhecimento da Física, desprovido de implicações sociais, econômicas, históricas, educativas e culturais. Desvendar essas implicações exige responsabilidade, compromisso, discussão e troca (negociação) e conhecimentos, incluindo, principalmente, conhecimentos científicos da área de atuação: a Física.

*DATA: 16/09/1999.*

*Conhecimento físico: Processos de Troca de Calor*

*Objeto a ser investigado: Garrafa Térmica.*

***Problematização inicial:***

*Você conhece esse objeto?*

*Você o utiliza? Para quê?*

*Você já abriu e olhou detalhadamente uma?*

*Como ela funciona?*

**Organização do conhecimento:**

*Por que garrafa "térmica"?*

*Para que serve a garrafa térmica?*

*O que demora mais para ficar em equilíbrio térmico, a água para o chimarrão ou o café preto? Qual fica mais tempo quente?*

*Como funciona uma garrafa térmica? Você saberia explicar por que as paredes (de vidro e duplas, espelhadas interna e externamente) permitem que a garrafa sirva de isolante térmico?*

*Você sabe o que é um isolante térmico? E um condutor?*

*Como o calor se conduz?*

*O que os processos de condução de calor teriam a ver com a garrafa térmica?*

*O calor é uma forma de energia em trânsito, de um corpo de maior temperatura para outro de menor.*

*As trocas de calor se dão por meio de processos, ou seja, o calor se conduz por meio de processos: condução, convecção e irradiação.*

*Realizar três atividades práticas e teórico-experimentais para reproduzir os processos de trocas de calor. A partir das atividades, sistematizar o observado, assim:*

*Condução: é a transmissão de calor realizada pela transferência de energia entre as partículas (átomos) constituintes do meio material.*

*Ocorre nos sólidos.*

*Convecção: é a transmissão de calor que ocorre nos líquidos e nos gases (fluidos), devido à diferença entre densidades de suas porções.*

*Irradiação ou radiação: é a transmissão de energia, dita energia*

*radiante, realizada através de ondas eletromagnéticas. Não necessita de meio material. Se propaga no vácuo. Tais ondas sofrem reflexão, refração, difração e polarização.*

***Aplicação do conhecimento. Voltando à garrafa ...***

*E agora como vemos a garrafa térmica? Como ela funciona?*

*As paredes espelhadas servem para refletir a radiação térmica. Se colocarmos no interior da garrafa um líquido cuja temperatura é superior à do meio externo, as paredes espelhadas internamente refletirão a radiação, impedindo o fluxo de calor de dentro para fora.*

*Caso o líquido introduzido no interior da garrafa esteja a uma temperatura inferior à do meio externo, as paredes espelhadas externas refletirão a radiação, dificultando a transferência de calor de fora para dentro.*

*Como entre as paredes praticamente não existe ar, tanto num caso como no outro fica dificultada a propagação de calor, quer por condução, quer por convecção.*

*Além disso, a condução é dificultada pelas paredes de vidro, pois esse material é isolante térmico, e pelo vácuo existente entre elas (ar rarefeito).*

*A convecção é dificultada pela manutenção da garrafa térmica fechada e também pelo vácuo entre as paredes. (Lembrem-se que a condução e a convecção necessitam de um meio material, sendo assim, não ocorrem no vácuo).*

*Sistematizem a aula (que “momentos” vocês perceberam na aula?). Ir ao*

*texto sobre os momentos pedagógicos e interpretá-los.*

*Caminhamos na direção de levar os envolvidos no processo, construir conhecimentos físicos ao entender como as “coisas” funcionam e/ou de fazer as coisas funcionarem, entendendo seus princípios e os impactos das mesmas em um contexto mais amplo.*

*Sendo assim, a partir da concepção de alfabetização técnica-científica, da concepção de educação dialógica-problematizadora contida em Pedagogia do Oprimido e, conseqüentemente, contida em atividades educacionais em Física, transformando um objeto técnico em equipamento gerador e ao mesmo tempo estudaremos uma concepção de investigação: investigação-ação educacional crítico-ativa.*

*Elaborar atividades educacionais em Física referente a uma temática, mais especificamente a um conceito para desenvolver uma aula.*

Ao analisar essa atividade educacional, percebo *intenção* nela implícita e explícita. Mas é importante colocar desde o início que faltou da minha parte registrar as impressões do ocorrido na aula. Faltou registrar por escrito o que ocorreu na ação, relacionada a ela e ao planejamento. Isso é problemático, uma vez que defendo que o “ato educativo” compreende quatro momentos, a saber: planejamento, ação, observação e reflexão.

Fazendo uma análise à luz das subcategorias:

A *intenção* está clara no que se refere principalmente à organização da ação e à incorporação, via aprendizado de concepções científico-



educacionais, na elaboração e desenvolvimento de uma atividade educacional em Física. Outra intenção é propiciar a reflexão de como criar uma atividade educacional (prática e teórico-experimental) em Física investigando um objeto técnico.

O “fazer diferente” está presente justamente na atividade. Uma atividade educacional em Física que engendra e costura várias concepções científico-educacionais. Uma atividade criada para mostrar como é que se faz para transformar um objeto técnico em equipamento gerador. Ao investigar esse objeto técnico, desvelamos suas possibilidades na problematização de conceitos e práticas. “Fazer diferente” está em levar uma atividade educacional em Física em construção e assumi-la como inacabada, sempre sujeita a modificações resultado das problematizações em torno dela. Por exemplo, nesta versão da atividade ainda não aparece a categoria epistemológica dos *conceitos unificadores*, que é uma das teorias-guia desse programa. Eu ainda não havia entendido que na própria “organização do conhecimento”<sup>3</sup> é preciso ter uma teoria-guia para orientar a estruturação do conhecimento físico envolvido, capaz de explicar “como as coisas funcionam”. Podem existir outros caminhos, mas, no meu entender, este é mais completo para engajar essas concepções educacionais estudadas. É intencional, pois todas elas têm vertentes epistemológicas e metodológicas comuns.

Esse “fazer diferente” já solicita aos envolvidos o “criar” e, implicitamente, o ousar. Ousar transformar conhecimento em ação e analisar e

assumir as incertezas nesse processo. Não são dadas *receitas* e, sim, as *coordenadas*. As coordenadas são as concepções científico-educacionais para, a partir delas, se investigar e criar o novo, podendo-se então problematizar conceitos e práticas e negociar uma estruturação desses conceitos, fazendo opções sobre quais priorizar.

“Fazer opções” está presente, também, nas concepções envolvidas. Se a meta é fazer *Educação como prática da liberdade*, as concepções científico-educacionais são fundantes e devem ser escolhidas de maneira que não se contradigam. Isto é, devem ter a mesma vertente epistêmica.

Problematizar está mais evidente na “organização da ação”. Esta foi organizada de acordo com os momentos pedagógicos. Sendo assim, a problematização permeia toda a atividade. Mas vejo-a na própria origem do planejamento quando desenvolvo essa atividade educacional em Física (atividade prática e teórico-experimental), com a intenção de organizá-la, seguindo os momentos pedagógicos para trabalhar “Trocas de Calor”. Trata-se de uma proposta para que os envolvidos não somente estudem os momentos pedagógicos, transformando um objeto técnico (garrafa térmica) em equipamento gerador, mas sobretudo estudem, vivenciem uma atividade educacional em Física, segundo esses conceitos. Implícita e explicitamente, vejo aí uma busca e aprendizado de problematizar conceitos e práticas.

Com isso, é claro que o diálogo está presente explicitamente na

---

<sup>3</sup> Trata-se do Segundo Momento Pedagógico (Angotti & Delizoicov, 1992).

atividade educacional em Física, nos momentos pedagógicos que significam a codificação, descodificação e recodificação freiriana, reinventada pelos autores para o ensino-aprendizado das Ciências Naturais e aqui, para tratar o assunto “Trocas de Calor”. Mas vejo o diálogo mais sutilmente, antes. Ainda na origem da atividade, na intenção de “fazer diferente” a partir do manuseio reflexivo do objeto técnico e na preocupação que este esteja concretamente na sala de aula, o que mostra a intenção de dialogar quando se providencia a presença do objeto sobre o que dialogar.

A negociação, embora nesse registro não tenha aparecido abertamente e na acepção que vinha tratando até então, está permeando a atividade educacional. No sentido que Fourez et al. (1997) colocam, ela está no conjunto das concepções científico-educacionais envolvidas. Estou apresentando aos demais envolvidos uma maneira de negociar com estas concepções na criação, desenvolvimento e análise de uma atividade e de negociar reestruturações de conceitos. Ela está, também, no momento de dizer o que priorizar, que opções fazer (Ventura, 2001).

A subcategoria “criar” já foi comentada e está presente desde a origem dessa atividade. A própria atividade a representa. O mais significativo é que ela está em plantar expectativas de vida profissional nos envolvidos quando é dito e feito que podemos ousar. Ousarmos e criarmos o que queremos como Educação em Física. Criar a *possibilidade* de “fazer diferente”, sem medo de criar o novo, parafraseando Ventura (2001), sem desconhecer que precisamos assumir os riscos e as incertezas nessas criações e ações.

Aqui cabe resgatar o que está escrito em uma nota de rodapé do “Pedagogia do Oprimido” (Freire, 1987, p. 80) – no qual me inspiro sempre ao buscar “fazer diferente” – quando cita Guevara e diz que ele não temeu ao afirmar: *“Dejeme decirle (declarou dirigindo-se a Carlos Quijano) a ‘riesgo de parecer ridículo’ que el verdadero revolucionario es animado por fuertes sentimientos de amor. Es imposible pensar un revolucionario autentico, sin esta cualidad”*.

A subcategoria “fazer registros” está ausente. Ao reconstruir racionalmente esse evento, prefiro ficar com a interpretação de que este é um processo de aprendizado e que o princípio marxista “o próprio educador precisa ser reeducado”, é válido e apropriado neste caso. Estou aprendendo a agir sistematicamente. Quero dizer que, ao não ter feito o registro do que ocorreu nessa atividade, não tenho sobre o que analisar criticamente essa prática e que é possível perceber a extensão do problema. Não tenho registros do que ocorreu na ação, embora lembre dessa atividade. Mas lembrar dela não basta; era preciso ter os fatos para poder reconstruí-los. Apesar de não possuir os registros de como ocorreu na ação, tenho o registro do planejamento e este me possibilitou esta análise, o que me viabiliza reconstruí-lo racionalmente, reedificando aqui esta atividade.

*DATA: 02/12/1999*

*ATIVIDADES:*

*1ª) O planejamento já foi realizado durante essas últimas semanas nas aulas e principalmente comigo, de forma colaborativa/participativa.*

*2ª) A ação: O Jaime é quem vai desenvolver a sua aula.*

3ª) A observação: Logo após o término da aula todos nós teremos 5 minutos para registrar nossas observações, especialmente o Jaime.

4ª) A reflexão: Começando pelo Jaime, todos leremos nossos registros e, a partir disso, analisaremos as ações empreendidas, buscando entender o que ocorreu pelo estudo desses registros. Apontaremos caminhos para replanejar as atividades educacionais, sempre pensando, tendo em mente o projeto de investigação que está em construção e que iremos desenvolver com a turma que escolherem para realizar a proposta educacional enquanto estágio. Com tudo isso, reelaboraremos conhecimentos e/ou construiremos conhecimentos novos – Conhecimento Crítico.

*Registro:*

Os alunos brincaram muito. Fizeram perguntas também. Por exemplo, o que acontece se pedalar devagar? E ligeiro? E em um carro, o que acontece? Por que a bateria dura bastante?

O que mais chamou a atenção é o fato de quererem saber mais sobre a aplicação do que o próprio funcionamento!

Quanto ao aproveitamento, parece-me que foi baixo. Não ficou claro como o dínamo funciona. Como a energia é gerada??!!

Quanto à organização da ação, seguir os momentos pedagógicos. Parece que não estudou para dar essa aula. Nem treinou para dar conta do objetivo em 50 minutos. Não seguiu o planejamento.

Conceitualmente: Qual é o princípio de funcionamento do Dínamo?

O Jaime não problematizou em torno do dínamo da bicicleta conforme tínhamos planejado conjuntamente. Eu modificaria ou faria diferente

*assim: Viver os momentos pedagógicos. Problematizar a partir da bicicleta com o dínamo. Na organização do conhecimento, trabalhar o conteúdo (o princípio de funcionamento do dínamo da e na bicicleta) voltando sempre à bicicleta.*

*Na aplicação do conhecimento, estenderia para outros tipos de geradores de energia, analisaria como esse equipamento ainda é instrumento de trabalho para os pequenos agricultores e também, como o Jaime fez, daria um problema para a turma resolver.*

Por este registro é possível perceber, em relação às subcategorias, que a “intenção” esteve presente já no planejamento da atividade. Existiu uma clara intenção em entender, elaborar, desenvolver e analisar o “ato educativo” como um espaço ocupado e compreendido em momentos de planejamento, ação, observação e reflexão.

É também, um “fazer diferente”, “fazer opções” e problematizar, pois o que temos hoje no cotidiano escolar, respaldado nas políticas públicas, é objeto de reivindicações dos profissionais da educação, especialmente dos níveis fundamental e médio. Busca-se que o “ato educativo” seja compreendido e valorizado, pago, por esses quatro momentos. Hoje o que vemos é que os alunos(as) ainda entendem o “ato educativo” como sendo apenas o momento da ação (a aula propriamente dita) e inclusive sendo pouco valorizado, mal pago.

Com base nas observações realizadas durante as atuações junto aos meus alunos(as), graduandos(as), nas escolas pertencentes ao Núcleo

Regional de Educação de Ponta Grossa (PR), é possível afirmar que o “ato educativo” é frágil e incompleto, resumido ao “dar aula”. Poucos planejam a ação e muito poucos registram, coletando dados, para realizar uma reflexão teórico-prática sobre estes.

Como conceber uma ação (aula) que não foi planejada? Aonde se quer chegar? Que caminhos percorrer, que opções fazer? Como avaliá-la e saber se valeu a pena na aprendizagem dos envolvidos? Como saber o que foi incorporado, se não se sabe aonde se quer chegar? Essas perguntas me acompanham e voltam intermitentemente quando vou até as escolas e deparo com determinadas situações.

A hipótese que formulo é a de que da forma com que é processado e concebido o ensino de ciências naturais e Física – principalmente no Ensino Fundamental e Médio – pouca diferença faria no incremento e incorporação dos conceitos referentes à Educação científica e tecnológica na cultura do País se as escolas fechassem hoje. O “ato educativo” está sendo negligenciado em pelos menos três dos seus quatro momentos constitutivos; conseqüentemente, o outro (a ação), é descaracterizada. Com isso, os conhecimentos científico-tecnológicos não estão sendo incorporados na cultura do estudante brasileiro.

Em geral, o que vemos nas escolas é um repasse do conhecimento científico e tecnológico como informação, e não didático-

educacionalmente. Parece-me que as escolas<sup>4</sup> fazem “pacto de hipocrisia” com alguns envolvidos no processo educativo, desaproveitando um potencial humano criativo e culturalmente rico localizado nas crianças e adolescentes. Suas “curiosidades epistemológicas” são engessadas e ameaçadas quando por negligência ou ignorância, no “ato educativo”, não se trabalham conceitos e práticas didático-educacionalmente, planejando a ação, agindo intencionalmente, registrando as informações e refletindo sobre, para depois, reconstruir racionalmente, dando origem à nova atividade educacional em Física, mais informada e comprometida.

Isto mostra a intenção, exemplifica um “fazer diferente” que dá trabalho, gera resistências, mas que também demarca uma opção de problematizar, criando situações-problemas.

Quanto à subcategoria “problematizar”, o registro mostra como houve problematização de conceitos e práticas. Se no desenvolvimento da ação o aluno-professor teve dificuldades nessa direção, ao estudarmos sua prática fizemos isso o tempo todo, o que se evidencia nesta passagem: *“Não ficou claro como o dínamo funciona. Como a energia é gerada?! ... Parece que não estudou para dar essa aula. Nem treinou para dar conta do objetivo em 50 minutos. Não seguiu o planejamento. Conceitualmente: Qual é o princípio de funcionamento do dínamo?”*

No que se refere às subcategorias “fazer diferente”, “fazer opções”

---

<sup>4</sup> A escola expressa nas relações de alguns professores, coordenadores, diretores e pais.



e criar, detecto que elas estiveram presentes na seguinte passagem:

*Eu modificaria ou “faria diferente” assim: Viver os momentos pedagógicos. Problematizar a partir da bicicleta com o dínamo; na organização do conhecimento, trabalhar o conteúdo (o princípio de funcionamento do dínamo da e na bicicleta) voltando sempre à bicicleta; na aplicação do conhecimento, além de por um lado, voltar à bicicleta e ao funcionamento do dínamo para compreendê-lo iluminado pelo conhecimento adquirido, por outro lado, estenderia para outros tipos de geradores de energia, analisaria como esse equipamento ainda é instrumento de trabalho para pequenos agricultores e também, como ele (o aluno-estagiário) fez, daria um problema para a turma resolver.*

Para começar, levar a bicicleta com dínamo para a sala de aula e problematizar em torno da geração de energia no dínamo é “fazer diferente” e, ao mesmo tempo, é problematizar, pois muda-se o ambiente da sala de aula.

Escolher um conceito – Energia – e pensar em problematizar o conceito a partir de um objeto como a bicicleta com dínamo abre possibilidades para dialogar e negociar fontes alternativas de energia, além de colocar na pauta de discussões e análises a idéia de modos de vida, da busca de qualidade de vida para pequenos agricultores, por exemplo.

É possível problematizar aqui por que um país com tantas possibilidades de geração de energia, transformação de diferentes formas de energia em energia elétrica, está vivendo uma crise energética. E por que nos

estados da Região Sul, que geram energia em abundância – parte dela inclusive é desperdiçada nas redes de transmissão e parte dela é vendida para outros Estados do Centro-Sul – ainda se encontram residências de agricultores sem energia elétrica. Por que o progresso não chegou até eles – e, com ele, um pouco de qualidade de vida? As usinas não são construídas com dinheiro público?

Isso mostra como nessa aula as subcategorias problematização e “fazer diferente” estiveram presentes. Ao estudar essa aula e reconstruí-la com os alunos(as), questionamos a prática do aluno-professor por não ter explorado e problematizado devidamente o equipamento que escolheu para investigar e transformar em equipamento gerador.

É importante analisar o registro mecânico desta aula. Aqui já podemos ver que o “fazer registros” aparece de quatro maneiras nesta aula. Primeiro no planejamento; segundo, no espaço de tempo dado ao fim da aula para que todos façamos nossos registros; terceiro, no registro por escrito que fiz e analisei e; quarto, no registro mecânico, gravação em áudio.

*DATA: 14/07/2000.*

*ATIVIDADES:*

*1ª) Solicitar fichas de leitura sobre a temática que cada um irá trabalhar durante a fase de ação do estágio e entregar dia 28/07/2000;*

*Livros: GREF, Beatriz Alvarenga, Física na Escola Secundária, Os Parâmetros Curriculares Nacionais, Típler, Pierre Lucie (Física com Martins e eu) e Moysés Nussenzveig e sites.*

*2ª) Discutir as observações nos projetos e solicitar a terceira e última*

*versão para o dia 28/07/2000;*

*3ª) Planejar em grupo, por série, a primeira semana de aula na turma e escola escolhida para realizar a fase de ação do estágio.*

### *Registros*

*Os alunos reclamaram que não tinham nada ou quase nada escrito em seus projetos. Alguns reclamaram por eu ter pedido a uma colega da UEPG ler também os projetos deles e dar sua opinião. É que na segunda versão que recebi do projeto não estavam incorporadas as observações e orientações que eu havia escrito na cópia da primeira versão quando fiz minha leitura e mais, nada da conversa que tive individualmente com cada um deles sobre o projeto quando entreguei-lhes a primeira versão já analisada. Expliquei-lhes que por ser um trabalho estressante e também, por necessidade de dividir as preocupações, pedi ajuda à professora Graciete.*

*Mostrei-lhes que nos seus projetos estavam muito fracas as propostas em Física e de ensino de Física que cada um iria construir, então é que solicitei o estudo e fichamento de leitura de alguns livros de Física bem como dos PCN para fortalecer a proposta.*

*Notei também que os alunos não gostam de trabalhar em grupo. Que o planejamento, mesmo solicitado em grupo, por série, não foi realizado assim. Isso mostra o individualismo que impera. E que se perpetua.*

Dificuldade ou resistência? Esse registro aborda essa situação-limite: existem dificuldades na construção dos projetos de investigação ou há uma

resistência da parte dos alunos?

*Os alunos reclamaram que não tinha nada ou quase nada escrito em seus projetos. Alguns reclamaram por eu ter pedido a uma colega da UEPG ler também os projetos deles e dar sua opinião. É que na segunda versão que recebi do projeto não estavam incorporadas as observações e orientações que eu havia escrito na cópia da primeira versão quando fiz minha leitura e mais, nada da conversa que tive individualmente com cada um deles sobre o projeto quando entreguei-lhes a primeira versão já analisada. Expliquei-lhes que por ser um trabalho estressante e também, por necessidade de dividir as preocupações pedi ajuda à professora Graciete.*

Surgem aqui subcategorias novas. Talvez, “complexidade”. O programa, com seus projetos constitutivos particulares, oferece uma complexidade de preocupações temáticas, situações-limite ou anomalias. Eu já havia percebido em outro registro a dificuldade gerada na construção das atividades educacionais em Física, por ser um complexo de concepções e da costura das quais ela se origina.

Neste registro, o que me chama a atenção é a complexidade de temáticas envolvidas. Sinto necessidade de dividir preocupações e o trabalho na orientação dos projetos. Isso nos dá indícios para refletir a respeito de programas de investigação-ação educacional dessa natureza. Tenho em média 20 alunos por ano. Em torno de 12 alunos(as) no 4º ano e 10 alunos(as) no 5º ano. São vinte

projetos para orientar. Qual a viabilidade do desenvolvimento de tal proposta educacional em outras subáreas da educação, em turmas com 30 ou 40 alunos(as)?

Percebo, no decorrer do trabalho e pelo registro, que os alunos(as) confundem-se na hora de construir o projeto e deixam um pouco de lado um dos mais importantes pilares, razão da sua existência: a proposta para o ensino de Física que devem construir e desenvolver na fase de ação nas escolas, de onde sairá a resposta para o problema de pesquisa levantado por eles(as).

Outra subcategoria que surge é a “colaboração”. Os alunos não vivenciaram a prática de trabalhar em grupo. Daí as recusas imediatas. *“Notei também que os alunos não gostam de trabalhar em grupo. Que o planejamento, mesmo solicitado em grupo, por série, não foi realizado assim. Isso mostra o individualismo que impera e que se perpetua”*.

Eles não se juntam para construir atividades educacionais em Física, mesmo aqueles que trabalham com a mesma turma e mesma temática. Eu já havia detectado entendimento distorcido do que é união, solidariedade, e neste caso, principalmente colaboração. Apesar de investir na incorporação desse valor educativo, nas atividades desenvolvidas persiste o “fazer individual”. Aceitam a minha colaboração, provavelmente por ser a professora e dependerem de minhas orientações em forma de problematizações e sugestões. Mas não se acertam entre eles. Será que esse programa, que, por um lado, interliga as preocupações temáticas, por outro lado, com os projetos particulares, não estaria incentivando o

individualismo?

#### **5.4 NO QUE ESTE TRABALHO AVANÇA EM RELAÇÃO AOS DEMAIS REALIZADOS NESTA LINHA NOS ÚLTIMOS ANOS?**

Primeiro, a tendência dos trabalhos de investigação-ação educacional é serem desenvolvidos em grupos informais para atuarem na formação continuada de professores. Um dos méritos e avanço deste trabalho é ser realizado no ensino formal – na formação inicial de professores e ensino de Física. Representa uma ousadia devido à sua complexidade e dificuldades.

Em segundo lugar, estando no ensino formal, na formação inicial de professores, este trabalho provoca rupturas. Mudanças no trabalho de formar professores de Física, em uma disciplina que busca mudanças na concepção de formar professores. Isso aponta para possibilidades e aberturas para problematizações nas demais disciplinas do curso em relação a conceitos e práticas. Aponta para necessidades e possibilidades de uma nova estruturação e organização do currículo, bem como na estruturação interna das disciplinas, além de propor a criação e inclusão de novas disciplinas no curso de licenciatura de Física, devido a essa nova concepção de formar professores de Física. Toda esta discussão chega em um momento particularmente propício, pois estamos discutindo na minha instituição a reformulação dos cursos de licenciatura em

Física.

Terceiro, este trabalho mostra como a investigação-ação educacional crítico-ativa contribui no ensino-aprendizado da Física e no caminho e problematização de conceitos e práticas facilitadas na investigação de objetos técnicos. O processo investigativo e temático está no processo de transformação de um objeto técnico em equipamento gerador.

O quarto ponto que gostaria de destacar refere-se ao fato de que tudo o que consigo, desde a avaliação até o ensino de um conceito determinado da Física, tem a ver com o "método científico" da investigação-ação educacional crítico-ativa que nele é concepção de pesquisa, de educação, de ensino-aprendizagem, de cidadania ativa. Enfim, é minha concepção de trabalho.

O fato de os alunos passarem a buscar cursos *stricto-sensu* em Educação é o quinto ponto de avanço que compreendo. Para um curso de Licenciatura em Física, isso significa uma contribuição, um incremento que este trabalho dá para o resgate pelos alunos(as) da auto-estima. Até então, nenhum dos egressos do curso havia ingressado em um curso de Pós-Graduação em Educação. Buscavam a pós em Física pura, mas não em Educação. O físico para eles, até ser problematizado, é quem tem *status* de pesquisador. Com isso, nem pensavam que o professor de Física também pode ser um pesquisador em ensino de Física. Com o mesmo *status*, portanto. Penso que o mérito é deste trabalho, cujo intento é mudar a concepção de formar professores.

Como sexto e último avanço, destaco que alunos egressos do

curso voltam à universidade e se engajam colaborativamente no projeto em busca de continuidade em sua formação. Posso inferir que isso é resultado e compreensão por parte desses alunos da importância de estar participando e colaborando em um projeto de pesquisa. É o vínculo que necessitam para estabelecer novas interlocuções e, conseqüentemente, a institucionalização de seus projetos particulares em Programas de Pós-Graduação em Educação. Esse, na minha compreensão, é mais um indício da viabilidade da constituição e institucionalização da formação inicial de professores como programa de pesquisa.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegou o momento de fazer uma retomada do trabalho até aqui realizado. Ou seja, uma revisita a essa história em que buscarei apontar caminhos para replanejamentos. Uma mirada prospectiva que aponta possibilidades de continuidade.

A década de 80 foi marcada pelo predomínio de uma racionalidade técnica, como apontam Grabauska (1998) e De Bastos & Grabauska (2001). Essa concepção influenciou tanto os cursos de formação de professores quanto as pesquisas educacionais, especialmente os trabalhos que versam sobre a investigação-ação. É importante dizer que, na época, a grande referência para os trabalhos de investigação-ação era Thiollent (1986), que por isso mereceu uma análise crítica feita por Grabauska (1998) e De Bastos e Grabauska (2001), os quais consideraram necessário superar a visão técnica de investigação-ação e romper com o que Grabauska (1998) chamou de “fantasma de Thiollent”.

Na década de 90 predominou e agora institucionalizou-se a racionalidade prática. Sendo assim, torna-se necessário superar a noção de investigação-ação tal como apresentada pelos autores nomeados no capítulo I. É necessário rompermos, também, com o “fantasma do *prático reflexivo*”. Para isso proponho uma era de “resgate Iluminista”. Uma era de *reconstrução racional* das próprias práticas educativas.

Nesse processo, não podemos dispensar o conhecimento técnico, que comporta uma racionalidade técnica, nem o conhecimento prático, que fundamenta uma racionalidade prática (Habermas, 1987 a e b), pois estes nos dão os fundamentos necessários, em seus espaços e especificidades, para chegar ao conhecimento crítico, que entendemos ser emancipatório. Sendo assim, não nos é possível ignorar a racionalidade técnica embutida na proposta de Thiollent (1986), nem uma racionalidade prática defendida, entre outros, por Schön, Zeichner, Nóvoa, Elliott e institucionalizada nas políticas públicas educacionais brasileiras. Na produção de conhecimento científico, exigem-se elementos tanto da razão técnica quanto da razão prática para se alcançar essa racionalidade emancipatória.

Construímos, alcançamos e vivemos uma racionalidade emancipatória sócio-cultural utilizando categorização influenciada em Habermas (1987a), que exige reflexão, *reconstrução racional* sobre a história, tradições e costumes que compõem nossa cultura e que marcam nossas práticas educacionais.

Enfim, se por um lado a realidade educacional contemporânea nos coloca a necessidade de romper com o “fantasma de Thiollent” – por se tratar de uma racionalidade técnica em termos de concepção de investigação-ação técnica, na qual prepondera a visão desta como uma metodologia de pesquisa –, por outro lado, mais contemporânea e urgente ainda é a necessidade de romper com o “fantasma do *prático reflexivo*”, por se tratar de uma razão prática e demarcar uma concepção de investigação-ação onde se perpetua o *senso comum* ao

supervalorizar a prática, em uma excessiva ênfase da experiência empírica. Isto a torna uma prática ingênua, com poucas possibilidades de transformar-se e de propor transformações, por ser, além de ingênua, individualista, espontânea e acrítica.

Estou utilizando a idéia de “ousar fazer” com a proposição do “fazer diferente”, especialmente em razão da necessidade de uma *prática intencional pautada por planejamento*, o que não nega que este deva ser flexível, mas com a concretude para a realização da *reconstrução racional* que defendo. Essa é a proposição em termos de pesquisa educacional, formação dos profissionais da educação e, especialmente, produção de conhecimento.

A idéia de *negociação* ganha espaço e pode ser objetivada como uma proposição que aponta para a continuidade deste trabalho em pesquisas futuras. Na investigação-ação educacional crítico-ativa de matriz emancipatória ainda não resolvemos a situação problemática de como seduzir os professores e estabelecer novas parcerias, e arregimentar colaboradores em potencial, construindo *redes*<sup>1</sup> e formando um *programa de investigação* na formação inicial e continuada de professores.

Se vivemos em tempos de possibilidades e não de determinismo, seja no campo científico e tecnológico, seja no campo comunicativo e da informação – mas especialmente no que tange à formação dos profissionais da educação –, é que isso se torna mais premente. Portanto, tempos de

---

<sup>1</sup> Para uma clara e completa definição de *redes*, ver Ventura (2001, p. 52-58).

possibilidades significam necessidade de *negociação*. No dizer de Ventura (2001), negociar é

***aceitar que o outro está a priori com razão, que sua causa é justa e válida, que ele é honesto, inteligente e que não é possível modificar o sistema de valores e as ideologias morais do outro. Em uma negociação qualquer estratégia da linguagem deve procurar ser clara e definir as palavras mas, sobretudo, ela deve ser uma reflexão sobre os efeitos reais e práticos das palavras sobre o interlocutor. Negociar é mudar o universo moral e intelectual para se colocar no universo da realidade aceitável pelo outro. A negociação é o universo provisório que deve durar a maior parte do tempo possível. Não há negociação sem uma limitação temporal. Negociar é reconhecer a necessidade de contar com o outro e a impossibilidade de viver sem trocas com o outro, na pluralidade e na tolerância. Esta necessidade de troca não supõe que se esteja de acordo e que se tenha uma filosofia comum. Negociar é estar de acordo para agir junto. Negociar é enfrentar riscos além dos nossos reflexos de todo o poder ou de entendimento perfeito, de agressividade combativa ou de aceitação passiva, é trocar o medo da insegurança pela arte do dom inteligente. O universo da negociação, entendida como uma ação coletiva, é uma mistura de desacordo e de confiança. A ação coletiva constitui um problema decisivo para nossas sociedades, primeiro e antes de tudo porque não é um fenômeno natural. É uma construção social cuja existência causa problema e da qual nos resta explicar as condições de emergência e de manutenção (...)*** (Ventura, 2001, 50, grifos nossos).

Negociação se faz com pessoas, mediada pelo conhecimento, porque pressupõe diálogo, é um processo dialógico. Mas este diálogo se dá em torno de conhecimento para a geração de mais conhecimento. Na formação do profissional da Física – mas esta postura pode ser estendida para todas as outras áreas do conhecimento e subáreas da educação – é preciso saber negociar com o conhecimento técnico proveniente da Física, com o conhecimento prático da Didática, para se chegar ao conhecimento crítico. Nesta direção é que se chega a produzir conhecimento crítico, e por isso emancipatório. Por ser comunicativo, requer uma racionalidade também comunicativa, de acordo com Habermas (1987

a e b).

Mas o que é produzir conhecimento nesse contexto? Parece-me que é próprio do ser humano que é racional, e por isso se comunica, dialoga. Segundo Moraes & Torriglia (2000), desde o início de nossa existência homens e mulheres realizam um metabolismo entre mundo social e a natureza ambiente para satisfazer suas necessidades de vida. Implícita está, nesse metabolismo, a condição humana do conhecimento.

*O conhecer é um impulso vital consciente, parte iniludível da atividade dos seres humanos que procuram, tanto em seu mundo interior como no exterior, complementos de sua existência e sua interioridade. Assim, essa atividade, a produção e reprodução da vida humana, configura-se como uma categoria fundamental. Sem ela, seria impossível o processo histórico de objetivações mediante o qual os seres humanos transformam o mundo circundante e ao mesmo tempo transforma-se a si próprio. (...) O conhecimento – o impulso de conhecer - é uma busca constante que homens e mulheres realizam para apropriar-se, “refletir” sobre o mundo dos objetos que as rodeiam. Sem essa consciência isso seria impossível, pois que ela é a imagem subjetiva do mundo objetivo (Moraes & Torriglia, 2000, p. 3).*

No capítulo 1 desta tese busquei explicitar como perspectivas teóricas que embasam nossas políticas públicas nacionais sobre formação de profissionais da educação defendem uma razão prática, ao defender uma concepção de investigação-ação centrada na prática, especialmente na construção teórica da concepção do *prático reflexivo* ou *professor-pesquisador*. Essa tarefa é determinante para explicitar as mazelas da e na produção de conhecimento científico. Tomei essa tarefa seriamente, devido à atualidade da questão e como contribuição acadêmica pessoal à comunidade de investigadores ativos educacionais da qual faço parte.

Procuro demarcar as diferenças da concepção crítico-ativa de investigação-ação educacional que defendo. Uma das diferenças está no tipo de interesse constitutivo de conhecimento, interpretadas com os óculos da teoria social crítica habermasiana.

Faço minhas as críticas de Grabauska (1998), De Bastos e Grabauska (2001) em relação à concepção de investigação-ação na visão técnica, criticando essa visão de investigação-ação prática. Neste sentido, mostro que há uma absolutização da prática e que é esse o problema. Com a absolutização da prática, o máximo que se pode obter é um conhecimento prático, um “saber fazer”, por um lado, e a absolutização do conhecimento técnico que não resulta em conhecimento crítico. Repito: precisamos tanto do conhecimento prático como do técnico se quisermos alcançar e produzir o conhecimento crítico, científico. Absolutizando um ou outro, perpetuaremos as diferenças, as ideologias dominantes e, por seu turno, a opressão. A razão prática é conhecidamente mais “pobre” ou mais perniciosa que uma razão puramente técnica.

Para chegarmos ao conhecimento emancipatório, necessitamos, segundo Habermas (1987a), igualmente do conhecimento técnico e do conhecimento prático, interpretativo. Isso nos leva a compreender que, para produzir conhecimento crítico, necessitamos da objetividade e da subjetividade. No dizer de Moraes & Torriglia (2000),

*é assim que a atividade humana consciente – o trabalho – é a forma por excelência do encontro entre sujeito e objeto, possibilidade radical do conhecimento. Se a produção do conhecimento diz respeito e interessa diretamente à formação e à prática docente, estamos, por conseguinte,*

*diante de uma questão fundamental (Moraes & Torriglia, 2000, p. 4).*

Entramos aqui no cerne dessa questão: formação de professores, prática educacional e produção do conhecimento, se centradas na experiência empírica, levam-nos à prática pela prática. Compreendo que o empírico, a experiência, a prática sejam fundantes na formação inicial do profissional da educação e, portanto, na produção do conhecimento, mas defendo como Moraes e Torriglia (2000):

*A atividade humana, ou experiência, em seu sentido preciso, difere das noções empiristas do termo. A construção empirista da experiência supõe passividade e aceitação de todo o status quo, mesmo quando admite transgressões. Restritas ao nível do empírico eventuais transgressões não têm como fugir do individual ou do grupo. Por contraste, compreendemos a experiência como constituição e negação; oposição e resistência contra condições desumanas que são a realidade das relações capitalistas de exploração – genocídio, desumanização do indivíduo social (especialmente de mulheres e crianças), a destruição do meio ambiente, etc. Esta 'lista', longe de ser um inventário de um estudo sociológico do conflito ou apenas uma indignação moral, denota, como assinalamos, **um espaço de prática, intervenção, obstacularização e resistência. Portanto, de conhecimento** (p. 4, grifos nossos).*

No capítulo 2 busquei um perfil epistemológico para sustentar a proposta de trabalho. Obtive avanços, podendo fazer mediações entre programas de pesquisa científica lakatosianos e programas de investigação-ação educacional crítico-ativos, a ponto de poder afirmar que esta é uma das maneiras de produzir conhecimento. Desenvolver a formação e prática docente como programa de iniciação científica, no curso de licenciatura, constitui-se num desafio para o futuro próximo.

Falo especificamente da licenciatura em Física por ser nela que atuo. Esse é meu campo de ação e mudança. Mas essa pesquisa nos leva a inferir que as demais licenciaturas podem ser estruturadas como programas de investigação-ação educacional crítico-ativos. Esta perspectiva teórica pode comportar a estruturação e organização de cursos de formação inicial e continuada, a partir dos pressupostos epistemológicos e metodológicos lakatosianos conformados em um modelo de programa de investigação-ação educacional crítico-ativo.

No momento atual, vivem-se processos de reformulação dos cursos de Física. Penso que as indicações e/ou conhecimentos produzidos ao longo do trabalho de investigação contidos nesse texto podem subsidiar, iluminar essas reformulações. Primeiro, mostrar a disposição para realmente inovar ou “fazer diferente”, assumindo a mudança na concepção de formar professores, estruturando o curso de licenciatura como um programa de investigação e batalhando por financiamento. Segundo, reconstruir racionalmente as ementas – que, diga-se de passagem, estão defasadas. Terceiro, reconstruir racionalmente o curso (programa de investigação), construindo conhecimento científico que subsidiaria a reconstrução do novo curso em uma espiral exponencial. Neste caso o método científico da investigação-ação educacional crítico-ativo facilitaria o processo. Talvez assim resolveríamos o problema da evasão existente nos cursos de Física ou, pelo menos, isso passaria a ser problemático nos cursos de Física.

Em tempos de *possibilidades*, de *negociação* portanto, esta é uma janela aberta pela nova LDBEN. Essa é a oportunidade que se nos apresenta de



“ousar fazer diferente”. Criar. Negociar com nossos pares. Não esqueçamos que “negociar é mudar de universo. É uma revolução cultural que é preciso fazer no momento da negociação” (Chalvin, 1984, apud Ventura, 2001, p. 50).

É isso que proponho aos cursos de licenciatura que passam por reformulações. Que essa “revolução cultural” ocorra na concepção de formar professores, especialmente os de Física. Isso passa pela problematização de conceitos físicos e práticas no ensino-aprendizado de Física – o que resulta em mudança dessas práticas – e na produção do conhecimento científico educacional. Se construirmos e vivermos as disciplinas do curso de licenciatura como projeto de investigação, estaremos promovendo a *reconstrução racional* como meio para produzir o conhecimento crítico, colaborando com a reconstrução, também racional, do curso como um todo (programa = projeto integrado). Já tenho elementos para dizer que os resultados irão apontar para a necessidade de novas disciplinas – isso se quisermos realmente mudar a concepção de formar professores.

Creio que isso é possível fazer na reestruturação de cursos se estruturados como *programas de pesquisa*. Desde já, adianto que não é tarefa fácil. Nessa caminhada desde 1997 de elaboração, desenvolvimento e avaliação dessa proposta educacional na formação de professores de Física – germe desse programa de investigação-ação educacional crítico-ativo e do projeto de doutoramento –, vivi momentos de absoluta resistência. Enfrentei *situações-limites* (Freire, 1987) que quase me levaram a desistir, rompendo com a obstinação de “fazer diferente” na perspectiva de formar o investigador ativo.

Penso que isso se deu por forçar rupturas, mexer com o *status quo*, uma vez que optamos por investigar nossas próprias práticas educacionais. Isso nos torna vulneráveis. Desnuda-nos em nossas crenças, valores, tradições: verdades. Metaforicamente, penso que devem sentir-se assim as cigarras, pois, para crescerem, sofrem o fenômeno da “muda”, largam a casca periódica e ciclicamente para poderem crescer fisicamente.

Na investigação-ação educacional crítico-ativa, em um *processo de reconstrução racional da história da própria prática educacional*, para produzir conhecimento crítico e, com isso, talvez poder crescer intelectualmente, é preciso largar nossa “casca” composta pelos preconceitos, entendimentos distorcidos, tradições etc. São rupturas, e por isso causam dor. É possivelmente por essa razão que há preferência por concepções de investigação-ação técnica e interpretativa, além da adoção da concepção equivocada de pesquisa e, conseqüentemente, do que seja produzir conhecimento.

No capítulo 3 explicito a proposta educacional, mostrei o interior do programa de investigação-ação educacional crítico-ativo; suas teorias-guia (núcleo duro do programa), os projetos particulares (heurística positiva) nos “processos de ilustração” ou hipóteses auxiliares. Mostrei ainda a organização da ação (cintura protetora), fortalecida na construção e vivência da espiral auto-reflexiva de fases de planejamento, ação, observação e reflexão, caminho para a construção, desenvolvimento e análise das propostas particulares para o ensino de Física, sobre o qual realizei a reconstrução racional.

Nesta instância, também tenho perspectivas, caminhos para replanejamentos e mais pesquisas. Um dos desafios é produzir teorias educacionais e este trabalho mostra que isso é possível quando a formação do professor de Física se dá em um processo de iniciação científica, desde que estruturada como programa de pesquisa com seu perfil epistemológico em programas de pesquisa científico lakatosiano e no delineamento desse programa, nas funções da teoria social crítica de Habermas (1987 a e b). Outro desafio é replanejar estruturando esse programa em um processo coletivo e colaborativo, construindo a hipótese central a partir da situação problemática que o grupo ou comunidade de aprendizagem pretende resolver. Neste caso, um problema central que exige um projeto coletivo (programa = *rede* de projetos particulares).

A partir dessa *rede* de projetos singulares que compõem o projeto coletivo pode-se, desmembrando o problema central, construir os projetos particulares com problemas individuais, elaborando hipóteses também particulares para dar conta destes. Esses projetos particulares devem ter um vínculo com o projeto coletivo, uma continuidade que é dada uma vez que o problema central é o mesmo e, por isso, a situação problemática é a mesma. Essa continuidade solda os projetos e caracteriza um programa de pesquisa. É isso que proponho, como escrevi acima, para os cursos de licenciatura em Física.

No capítulo 4 adentrei mais ainda em uma proposta para o ensino de Física. O conhecimento técnico da Física é tão indispensável quanto o conhecimento prático o é na formação de professores de Física, mas se tomado sozinho é igualmente insuficiente.

O que ficou explícito com esse trabalho é que a problematização de conceitos físicos e da prática educacional em Física é otimizada no manuseio reflexivo de objetos técnicos. Na formação inicial de professores de Física, o processo de transformação de objetos técnicos em equipamentos geradores tem uma importância fundante. Pode-se problematizar conceitos e estruturas desses conceitos instrumentalizando o futuro professor(a) para isso. Outra contribuição dos objetos técnicos é sua pertinência para problematizar as práticas educacionais em Física. Essa possibilidade de problematizar se justifica pela necessidade de promovermos aquela “revolução cultural” mencionada anteriormente.

A contribuição mais importante do presente trabalho é a constatação de que o processo de investigação de objetos técnicos e a tentativa de construir uma proposta educacional – desvelando os princípios, leis, conceitos, relações e fenômenos físicos envolvidos em seu funcionamento e fabricação, com esse manuseio – trazem à tona as fragilidades na nossa formação em Física. A resistência oferecida pelos alunos(as) que fizeram parte desta pesquisa em relação à proposta de trabalhar o “como as coisas funcionam” (Bloomfield, 1997) deve-se em grande parte a isso. Põe em xeque o conhecimento técnico da Física incorporado em nossa formação inicial no curso de licenciatura.

Temos dificuldades para montar uma atividade educacional em Física, seja prática, seja teórico-experimental, a partir de um objeto técnico. Isso aponta para a necessidade de os cursos de licenciatura em Física se reestruturarem. Acredito que se reestruturados como um programa de pesquisa,

poderiam problematizar conceitos e práticas. Urgente se faz também rever o conhecimento técnico de Física que está sendo veiculado nos cursos de licenciatura, promover aquela “revolução cultural” que citei anteriormente, implicando uma modernização e estruturação de conceitos e práticas educacionais em Física. Não podemos esquecer que tratamos da formação inicial de professores de Física e que esta revisão dos “conteúdos” escolares está sendo exigida dos professores via implementação dos PCN e, neste caso, devemos instrumentalizá-los, inclusive, para este exercício.

Para ensinar-aprender Física mostrando “como as coisas funcionam” é preciso ter o conhecimento técnico da Física e ser capaz de transformá-lo em conhecimento educacional em Física. Neste sentido, essa proposta cumpre seu compromisso e atinge uma de suas metas: problematizar conceitos e práticas. Ao longo deste texto, mostro como fazer, por que e quem faz, mas é especialmente nos capítulos 4 e 5 que chego a explicitar e reconstruir, ao viver a reconstrução racional concretamente.

Isto aponta também a pertinência de não ficarmos apenas com o objeto técnico real, manuseável no concreto. Podemos hoje, com os avanços científico-tecnológicos (multimeios, redes de internet etc.), contar com o virtual em simulações de fenômenos, mostrar o objeto por dentro, talvez abrir mais “caixas-pretas” etc.

Outra percepção nesse processo de investigar objetos técnicos é a problematização dos limites da Física Clássica. O funcionamento e/ou

fabricação de objetos técnicos em geral pode ser explicado por conhecimentos da Física Clássica, porém cada vez mais ocorre a utilização de conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea. Está aí um potencial bastante grande dessa proposta para mudar a formação inicial de professores, o que irá se refletir no ensino de Física. Na minha compreensão, discutir os limites da Física Clássica já nos remete à necessidade de adentrar nos conhecimentos da Física Moderna e Contemporânea.

No capítulo 5 dediquei-me a fazer a *reconstrução racional* da história de minha própria prática educacional a partir dos registros. Na formação inicial de professores de Física, percebo a produção de conhecimento via *processo reflexivo*. Para isso, tomamos a reflexão como eixo teórico-metodológico que permite a compreensão de que teoria e prática representam o espaço efetivo da *práxis*. Portanto, da realidade social e do agir humano (Moraes & Torriglia, 2000). Foi nesse momento que descobri como realizar a reflexão como *reconstrução racional* da própria prática educacional. Compreendo, como Moraes & Torriglia, que essa reflexão transcende o simples processo de abstrações sucessivas que se distanciam do real e representa um mergulho na experiência efetivado por sujeitos. Em um programa de investigação-ação educacional crítico-ativo, o processo de *reconstrução racional* é o processo de construção de conhecimento crítico, alicerçado no conhecimento técnico e prático. Acredito que este seja o diferencial na concepção de pesquisa que defendo e que a qualifica como o meio para produzir conhecimento científico.

A constituição de comunidades de investigadores ativos

educacionais, aqui estruturada e fundamentada em *programas de pesquisa*, produzindo conhecimento crítico pela reconstrução racional da história de nossas próprias práticas educacionais, formatando assim uma *rede* de projetos (processos de ilustração), é o caminho para se produzir o conhecimento científico.

Neste sentido é que se propõe construir o conhecimento científico na concepção de investigação-ação educacional crítico-ativa, pois a partir dela podemos mudar a realidade, vislumbrando e visando a emancipação, “ousando” desafiar as concepções dominantes que perpetuam a miséria, a injustiça e as desigualdades. Essa ousadia vem da pretensão de avançar para além da racionalidade técnica e da prática, rompendo com o “prático reflexivo” e advogando o investigador ativo, numa racionalidade emancipatória.

Para romper com o “fantasma do prático reflexivo”, adotamos uma concepção de reflexão diferente da dos moldes confessionais. Neste caso, é preciso esclarecer qual é essa concepção. Negando a noção do “prático reflexivo”, parto do entendimento de que todo professor reflete e que o contrário é redundância. De uma maneira ou outra, todos pensam sobre a prática e em torno dela. O que nem todos fazem é sistematizar essa prática e suas reflexões, e muito menos problematizar suas próprias práticas, que não concebem como problemática e/ou problematizável.

Esse processo implica soluções lógicas e racionais para os problemas, construídos por sujeitos que têm intuições, emoções e paixões, por cidadãos, indivíduos que têm consciência de seus direitos e deveres, que

participam, que lutam, que se engajam; enfim, sujeitos que constroem e vivem sua cidadania ativa (Mion & De Bastos, 2001).

Essas soluções lógicas e racionais, na proposta que está sendo analisada, não excluem as emoções, intuições e paixões. Uma vez entendido que o conhecimento provém de interesses (Habermas, 1987 *a e b*), para otimizar isso cheguei à *reconstrução racional* (Lakatos, 1978). Essa pausa e distanciamento provieram da necessidade/interesse na construção de respostas e de conhecimento novo na produção de teorias educacionais. Ao voltar para meu campo de ação que é meu trabalho na formação inicial de professores de Física, tenho que levar respostas. Tenho que estar instrumentalizada para replanejar. Penso que consegui essa instrumentalização.

Então, como formar o investigador ativo? Como produzir conhecimento científico? Obviamente não é só reflexão que ele necessita. Ele necessita ser instrumentalizado para sistematizar o processo reflexivo de sua própria prática educacional e, com isso, produzir conhecimento. Isto implica, em nosso caso da Física, ter incorporado conhecimento da Física; investigar para aprender como transformar esse conhecimento da Física em conhecimento educacional em Física e, principalmente, implica produzir o conhecimento crítico. Este, por ser libertador, nos mune de poder (*empowerment*). Mas é preciso instigar o educando a buscar isso.

Na proposta descrita no capítulo 1, mostrei como se transita da teoria para a prática e como da prática emergir com teorias, com a reconstrução



racional mostrada no capítulo 5, negando, é claro, a disposição de, com a noção de *prático reflexivo*, institucionalizar-se o senso comum. A reflexão, nesse contexto, é entendida como prática social, o que justifica o *programa de pesquisa*, principalmente por viabilizar a criação de uma cultura coletiva colaboradora e dialógica, tornando possível o processo de reconstrução racional.

O compromisso com a reflexão como prática social, neste caso, tem um valor estratégico muito grande, pois é no diálogo que se valida o conhecimento construído, além de gerá-lo na reconstrução racional. No programa de investigação-ação educacional crítico-ativo vivemos a reflexão como uma experiência de *reconstrução racional*. O conhecimento é o subsídio para estudar – explicar e compreender – o que foi feito e apontar caminhos para replanejar, reedificar, reinventar o novo conhecimento e reconstruir racionalmente o conhecimento crítico, científico, que subsidia mudanças na realidade. É, portanto, uma outra visão de mundo que está implícita nessa maneira de produzir conhecimento a partir da reconstrução racional das próprias práticas educacionais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGOTTI, J. A. P. *Fragmentos e totalidades no ensino de Ciências*. 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

\_\_\_\_\_. Conceitos unificadores e ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 15, n. 1-4, p. 191-198, 1993.

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

\_\_\_\_\_. *Física*. São Paulo : Cortez, 1992b.

ANGULO, J. F. Investigación-acción y curriculum: una nueva perspectiva en la investigación educativa. *Investigación en la Escuela*, Sevilla. n. 11, p. 39-49, 1990.

\_\_\_\_\_. *Objetividad y valoración en la investigación educativa: hacia una orientación emancipadora*. Madrid : Educación y Sociedad, v. 10, p. 91-129, 1992.

AUTOGESTIONARIA DE CAPACITACIÓN. *Planificación participativa pero eficiente: instructivo para un ejercicio dirigido en un pequeño grupo*. Costa Rica : Hemeroteca, 1984.

BAZIN, M. O cientista como alfabetizador técnico. In: ANDERSON, S.; BAZIN, M. *Ciência e (in)dependência*. Lisboa : Livros Horizonte, Lisboa, 1977, 2 v., p. 94-98.

\_\_\_\_\_. *Ciência na cultura? uma práxis de educação em Ciências e Matemática: oficina participativa*. *Educar*, Curitiba, vol. 14, p. 27-38, 1998. Editora da UFPR.

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

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

\_\_\_\_\_. *Decreto nº 3.276*, de 6 de dezembro de 1999.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. *Proposta de diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica em cursos de nível superior*, Brasília, abr. 2001.

BRYAN, N. A. P. Educação, trabalho e tecnologia em Marx. *Educação e Tecnologia*. Revista Técnico-Científica dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFET'S – PR/MG/RJ, p. 41-87, 1998.

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

CARVALHO, A. M. P; GIL-PEREZ, D. *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo : Cortez, 1993.

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo : Brasiliense, 1993.

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

\_\_\_\_\_. *Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais*. São Paulo, 1995. Tese (Doutorado em Educação) – IFUSP, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. *Atividade educacional com o aquecedor elétrico*. Santa Maria, 2000. Centro de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria. Digitado.

DICKEL, A. Que sentido há em falar em professor-pesquisador no contexto atual? contribuições para o debate. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. (Orgs.). *Cartografia do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998. p. 33-71.

DUARTE, N. Relações entre ontologia e epistemologia e a reflexão filosófica sobre o trabalho educativo. *Perspectiva*, Florianópolis, n. 29, p. 99-116, jan./jun. 1998.

ELLIOT, J. *La investigación-acción en educación*. Madrid : Morata, 1990.

\_\_\_\_\_. Bringing action research “home”: the experience of practitioners who followed award bearing courses. In: EUROPEAN CONFERENCE ON EDUCATIONAL RESEARCH , 3. ed. Sevilla : Mimeo, 1996.

FIORENTINI, D.; SOUZA JÚNIOR, A. J.; MELO, G. F. A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos: In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998. p. 307-335.

FOUREZ, G. et al. *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires : Colihue S. R. L., 1997.

FREIRE, P. *Ação cultural para a liberdade*. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1982.

\_\_\_\_\_. *Educação como prática da liberdade*. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1983.

\_\_\_\_\_. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. *Pedagogia da autonomia*. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1997.

\_\_\_\_\_. *Educação como prática da liberdade*. 23. ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1999.

GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998.

GONÇALVES, T. O.; GONÇALVES, T. V. O. Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998. p. 105-134.

GRABAUSKA, C. J. *Investigação-ação na formação dos profissionais da educação: redimensionando as atividades curriculares de ciências naturais no curso de Pedagogia*. Santa Maria, 1998. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria.

GRABAUSKA, C. J.; DE BASTOS, F. P. *Investigação-ação educacional: possibilidades críticas e emancipatórias na prática educativa*. In: MION, R. A.; SAITO, C. H. (Orgs.). *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores*. Ponta Grossa : Planeta, 2001. p. 9-20.

GRELLET, V. ANEXOS: NOTAS CONCEITUAIS (versão preliminar). nov. 1999.

HABERMAS, J. *Conhecimento e interesse*. Rio de Janeiro : Guanabara, 1987a.

\_\_\_\_\_. *Teoria y práxis*. Madrid : Tecnos, 1987b.

\_\_\_\_\_. *O discurso filosófico da modernidade*. Lisboa : Dom Quixote, 1990.

KEMMIS, S.; McTAGGART, R. *Como planificar la investigación-acción*. Barcelona : Laertes, 1988.

LAKATOS, I. *História da ciência e suas reconstruções racionais*. Lisboa : Edições 70, 1978.

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. (Orgs.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo : Cultrix, 1979. p. 109 -243.

LEWIN, K. Investigação-ação e problemas de minoria. In: \_\_\_\_\_. *Problemas de dinâmica de grupo*. São Paulo : Cultrix, 1978.

MARX, K.; ENGELS, F. *A ideologia alemã*. 11. ed. São Paulo : HUCITEC, 1999.

MELLO, G. N. *Formação inicial de professores para a educação Básica: uma (re)visão radical*. São Paulo : out./nov. 1999.

MION, R. A. *Processo reflexivo e pesquisa-ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em Física*. Santa Maria, 1996. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Maria.

MION, R. A.; DE BASTOS, F. P. A investigação-ação na formação do educador. In: ESCOLA DE VERÃO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL, 4. ed. (1998 : Santa Maria). *Atas...* Santa Maria : 1998. p. 11-20.

MION, R. A. et al. Prática educacional dialógica em Física via equipamentos geradores. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 40-46, 1995.

MORAES, M. C. M.; TORRIGLIA, P. L. Educação *light*, que palpita infeliz: indagações sobre as propostas do MEC para a formação de professores. *Teias-Revista da Faculdade de Educação da UERJ*, Rio de Janeiro, ano 1, n. 2, p. 51-60, jul./dez. 2000.

NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa : Dom Quixote, 1995.

OLIVEIRA, B. *O trabalho educativo*. Campinas : Autores Associados, 1996.

PACEY, A. *La cultura de la tecnología*. México : Fondo de Cultura Económica, 1990.

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

STENHOUSE, L. *La investigación como base de la enseñanza*. 3. ed. Madri : Morata, 1996

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. São Paulo : Cortez, 1986.

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

WINNER, L. *La ballena y el reactor: una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Barcelona : Gedisa, 1987.



ZEICHNER, K. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente. professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998. p. 207-236.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ATAS da IV Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional. Santa Maria, 1998.

ATAS da V Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional. Santa Maria, 1999.

ATAS da VI Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional. Santa Maria, 2000.

ATAS da VII Escola de Verão de Investigação-Ação Educacional. Ponta Grossa, 2001.

ANGULO. J. F. Hacia una nueva racionalidade educativa: la enseñanza como práctica. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 7, p. 23-36, 1989.

\_\_\_\_\_. *Inovação, universidade y sociedad red*. Universidade de Cadiz, España, 1998, Águas de Lindóia (1ª versão multicopiada da palestra proferida no IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, Águas de Lindóia, SP, maio de 1998).

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro : Contraponto, 1996.

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

BOSI, A. Cultura brasileira e culturas brasileiras. In: \_\_\_\_\_. *Dialética da Colonização*. São Paulo : Companhia das Letras, 1992. cap. 10.

BRASIL, Ministério da Educação. *Subsídios para a elaboração de proposta de diretrizes curriculares gerais para as licenciaturas*. Brasília, 1999a.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. *Diretrizes curriculares para cursos de graduação em Física*. Brasília, 1999b.

CARR, W. The gap between theory and practice. *JFHE*, v. 1, n. 4, p. 60-69. Spring 1980.

\_\_\_\_\_. Theories of theory and practice. *Journal of Philosophy of Education*, v. 20, n. 2, p. 177-185, 1986.

\_\_\_\_\_. What is an Educational Practice? *Journal of Philosophy of Education*, v. 21, n. 2, p. 163-175, 1987.

\_\_\_\_\_. Action-research: ten years on. *Journal of Curriculum Studies*, v. 21, n. 1, p. 85-90, 1989.

\_\_\_\_\_. Cambio educativo y desarrollo profesional. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 11, p. 3-11, 1990.

CHALMERS, A. F. *A fabricação da ciência*. São Paulo : UNESP Editora, 1994.

COSTA, M. C. V. A caminho de uma investigação-ação crítica. *Educação e Realidade*, Porto Alegre, v. 16, n. 2, dez. 1991.

DE BASTOS, F. P. Investigação-ação e profissionalização de professores. In: ESCOLA DE VERÃO DE INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL, 3. ed. 1997, Itajaí. Digitado.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis : Editora da UFSC, 2001.

DELORS, J. *Educação: um tesouro a descobrir*. São Paulo : Cortez, 1998.

DUTRA, L. H. A. *Introdução à teoria da ciência*. Florianópolis : Editora da UFSC, 1998.

ELLIOTT, J. What is Action-Research in Schools? *Journal of Curriculum Studies*, v. 10, n. 4, p. 355-57, out./dez. 1978.

\_\_\_\_\_. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C. M.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.). *Cartografias do trabalho docente. professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas : Mercado de Letras, 1998. p. 137-152.

FIORI, E. M. Aprender a dizer sua palavra. In: FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. São Paulo : Paz e Terra, 1987. Prefácio.

FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo : EDUNESP, 1995.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1979.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A. L.; LUJÁN LÓPEZ, J. L. *Ciencia, tecnología e sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid : Tecnos, 1996.

GOLDMAN, S. L. Ninguna innovación sin representación: la actividad tecnológica en una sociedad democrática. In: *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona : Anthropos, 1992.

REF. *Física*. São Paulo : EDUSP, v. 1, 2 e 3, 1990.

HABERMAS, J. *Técnica e ciência como "ideologia"*. Lisboa : Edições 70, 1968.

HOROWICZ, R. J. *Luz, cores – ação: a ótica e suas aplicações tecnológicas*. São Paulo : Moderna, 1999.

KEMMIS, S. La formación del profesor y la creación y extensión de comunidades críticas de profesores. *Investigación en la Escuela*. Sevilla, n. 19, p. 15-38, 1993.

\_\_\_\_\_. *El curriculum: más allá de la teoría de la reproducción*. Madrid : Morata, 1988.

KINCHELOE, J. L. *A formação do professor como compromisso político*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1997.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. 3. ed. São Paulo : Perspectiva, 1991.

MARCELO, C. Pesquisa sobre a Formação de Professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. *Revista Brasileira de Educação*. p. 51-75. Trabalho apresentado na XX Reunião Anual da ANPEd, Caxambu, setembro de 1997.

MENEZES, L. C. Trabalho e visão de mundo: ciência e tecnologia na formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*. p. 75-81, jan./abr. 1998.

\_\_\_\_\_. Formar o professor junto com a escola. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 8. ed. (1996 : Florianópolis). *Anais...* v. 2, 1996, p. 381-388.

MENEZES, L. C.; KAWAMURA, R. D.; HOSOUME, Y. Objetos e objetivos no aprendizado da Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 4. ed. (1994 : Florianópolis). *Atas...* Florianópolis : UFSC/CED.

MION, R. A. et al. Atividades educacionais em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. In: SNEF, 13. ed. (1999 : Brasília). *Cadernos de Resumo...* Brasília : 1999.

\_\_\_\_\_. Mudando o trabalho educativo de formar professores de Física. *Perspectiva*. Florianópolis, v. 18, n. 33, p. 93-114, jan./jun. 2000.

\_\_\_\_\_. Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. *Revista Ciência & Educação*. Bauru, v. 7, n. 2, dez. 2001.

MION, R. A.; SAITO, C. H. (Orgs.). *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores*. Ponta Grossa : Planeta, 2001.

MORAES, M. C. M. Os “pós-ismos” e outras querelas ideológicas. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPEd, 19. ed. (1996 : Caxambu).

\_\_\_\_\_. Paradigmas e adesões: temas para pensar a teoria e a prática em educação. *Perspectiva*, Florianópolis, ano 17, n. 32, 1999

MOREIRA, M. A. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 22, n. 1, p. 94-99, mar. 2000.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. (Orgs.). *Tópicos em ensino de Ciências*. Porto Alegre : Sagra, 1991.

PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1999.

PIRSIG, R. M. *Zen e a arte da manutenção de motocicletas: uma investigação sobre valores*. 11. ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1997.

PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO: proposta da sociedade brasileira. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2. ed. (1997 : Belo Horizonte). 122p.

ROSA, M. I. F. P. S. Tutoria na formação de professores de ciências: um modelo pautado na racionalidade prática. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 3, p. 28-38, set./dez. 2001.

SCHEIBE, L. Diretrizes curriculares para a formação do pedagogo: conciliação de forças? Texto de Mesa Redonda realizada na 22ª REUNIÃO ANUAL DA

ANPED, 26 a 30 de setembro, 1999, Caxambu (Mimeo).

SCHEIBE, L. Licenciaturas: novas demandas de investigação. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 9. ed., *Anais... Águas de Lindóia* : 1998, p. 331-340.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa : Dom Quixote, 1992. p. 77-91.

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

STENHOUSE, L. *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid : Morata, 1981.

TOSCANO J. M.; CANDELA. Entrevista com Wilfred Carr. *Investigación en la Escuela*, Sevilla, n. 14, p. 99-106, 1991.

THUILLIER, P. O contexto cultural da ciência. *Revista Ciência Hoje*, v. 9, n. 50, p. 18-23, jan./fev. 1989.

VÁZQUEZ, A. S. *Filosofia da praxis*. 4. ed. Rio de Janeiro : Paz e Terra, 1977.

VIEIRA PINTO, A. *Sete lições sobre educação de adultos*. 10. ed. São Paulo : Cortez, 1997.

WAKS, Leonard J. Filosofia de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitário. In: *Para Comprender Ciencia, Tecnología y Sociedad*. 1996.



ZEICHNER, K. Tendências investigativas na formação de professores. Participação na Mesa-Redonda de mesmo título na 20ª Reunião Anual da ANPEd. Hotel Glória, Caxambu-MG, 1997.

ZEICHNER, K. Tendências da Pesquisa sobre Formação de Professores nos Estados Unidos. 20ª Reunião Anual da ANPEd. Hotel Glória, Caxambu-MG, 1997. Texto digitado e entregue pelo autor.