

stricto  
**SENSU**  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Cristiane Rodrigues de Rodrigues

**ENSINO DE FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE  
FORMAÇÃO DOCENTE COM ÊNFASE NA EXPERIMENTAÇÃO E NA  
INFORMÁTICA EDUCATIVA**

Porto Alegre

2008

CRISTIANE RODRIGUES DE RODRIGUES

**ENSINO DE FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE  
FORMAÇÃO DOCENTE COM ÊNFASE NA EXPERIMENTAÇÃO E NA  
INFORMÁTICA EDUCATIVA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Faculdade de Física, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Suzana Maria Coelho

Porto Alegre  
2008

CRISTIANE RODRIGUES DE RODRIGUES

**ENSINO DE FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE  
FORMAÇÃO DOCENTE COM ÊNFASE NA EXPERIMENTAÇÃO E NA  
INFORMÁTICA EDUCATIVA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Faculdade de Física, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovada em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

---

Dr<sup>a</sup>. Suzana Maria Coelho (Orientadora - PUCRS)

---

Dr<sup>a</sup>. Elaine Turk Faria (PUCRS)

---

Dr<sup>a</sup>. Fernanda Ostermann (UFRGS)

Este trabalho é dedicado aos meus pais e as minhas irmãs que, carinhosamente, me incentivam e apoiam, em todos os momentos, me fortalecendo para a busca de meus sonhos e ideais. Amo vocês!

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por dar-me forças para seguir minha caminhada, superar meus obstáculos e finalizar esta etapa de minha vida.

A meus pais, Lucio de Oliveira Rodrigues e Neila Rodrigues de Rodrigues, minhas irmãs, Jacqueline Rodrigues de Andrade e Luciane Rodrigues de Rodrigues, meu sobrinho, Matheus Rodrigues de Andrade e meus cunhados, Jefferson Rocha de Andrade e Fernando Kenji Inada, pela paciência, amor, incentivo e confiança, pessoas essenciais para o meu crescimento pessoal e intelectual.

A minha querida orientadora, Suzana Maria Coelho, pelos sábios ensinamentos, carinho, compreensão, apoio e principalmente oportunidades de aprendizagem em todos os momentos dessa trajetória.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências, Aline Scaramuzza Aquino e Anderson Jackle Ferreira, pelos momentos de questionamentos, reflexões, análises, construções e muito trabalho compartilhado.

A meus amigos e amigas, por entenderem a minha ausência necessária neste período.

A meus colegas de trabalho da Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto da PUCRS, pela compreensão, disponibilidade e flexibilidade de horários que me foi proporcionada, a fim de que eu pudesse concluir minhas atividades acadêmicas e científicas.

A minhas colegas de trabalho e alunos da Escola de Educação Infantil Tempo de Crescer, pela colaboração e experiências vivenciadas.

Aos colegas da Faculdade de Psicologia da PUCRS, pela compreensão de minha ausência em algumas aulas e atividades.

Às professoras Elaine Turk Faria e Fernanda Ostermann, que gentilmente aceitaram o convite para participar da banca examinadora, na defesa desta Dissertação.

Aos professores do curso de Pedagogia Multimeios e Informática Educativa, por me privilegiarem com seus vastos conhecimentos e compartilhamento de suas experiências, levando-me a refletir e querer dar continuidade aos estudos e às pesquisas em Educação.

E, por fim, aos funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação, Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, que me acolheram e me proporcionaram novos questionamentos, reflexões e aprendizagens.

*"O senhor... mire, veja: o mais importante e bonito, do mundo, é isto; que as pessoas não estão sempre iguais, ainda não foram terminadas, mas que elas vão sempre mudando. Afinam ou desafinam. Verdade maior. É o que a vida me ensinou. Isso que me alegra, montão".*

*João Guimarães Rosa,  
Grande Sertão: Veredas.*

## RESUMO

Este trabalho descreve um estudo de caso, com abordagem metodológica qualitativa, sobre a formação em Ciências Físicas de futuros professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, em um contexto de metodologias, experimentais e virtuais, adotando-se uma abordagem caracterizada por pressupostos construtivistas. Objetivou-se investigar traços do perfil epistemológico desses futuros professores, analisando-se, também, reações positivas e obstáculos identificados no decorrer do processo experimental e virtual, para a elaboração de uma unidade didática sobre a temática “Raios, Relâmpagos e Trovões”. Os resultados apontam obstáculos de ordem conceitual, psico-cognitiva e metodológica, na compreensão, explicação e repercussão dos fenômenos físicos estudados na dimensão real para a virtual. Por outro lado, indicam reações positivas como a preocupação dos sujeitos com a própria formação e com a aprendizagem do aluno. Constatou-se que a metodologia desenvolvida pôde promover, nos sujeitos, uma tomada de consciência da importância e da necessidade do ensino experimental de Física, com o auxílio do computador como recurso pedagógico, nas séries iniciais do Ensino Fundamental, oportunizando-lhes um contexto de questionamentos, reflexões e construções, baseadas nas experiências, na alfabetização científica a partir da relação teoria e prática, na mediação, no diálogo e no desenvolvimento cognitivo, favorecendo uma educação autônoma e a apropriação de novas concepções metodológicas de ensino.

**Palavras-chave:** Formação de Professores. Séries Iniciais. Ensino Experimental de Física. Informática Educativa.



## ABSTRACT

This paper describes a case-study – following a qualitative-methodological approach - on the education/training of future Physical Sciences teachers in the first grades of primary school in a variety of methodologies, experimental and virtual, according to constructivist based approach. The objective was to investigate the traits of those future teachers' epistemological profile; positive reactions and obstacles identified during the experimental and virtual processes in order to elaborate a teaching unit on "Lightning, and Thunder". The results have pointed out methodological, psychocognitive and conceptual difficulties in the comprehension, explanation and repercussion of the physical phenomena studied from the real to the virtual dimension. On the other hand, the results also have shown positive reactions, such as, concern of the subjects regarding their own education and their students' learning. It was found out that the methodology developed could promote, in the subjects, an awareness of the importance and need of experiments in the teaching of Physics through the use of a computer as a pedagogical resource in the first grades of primary school. Such approach would offer them an environment leading to questionings, reflections and constructions - based on experiments - on scientific literacy from the relationship between theory and practice, on the mediation, on dialog and on the cognitive development, favouring student autonomy and appropriation of new teaching methodological concepts.

**Keywords:** Physics Education. Experimental teaching. Computer aided education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Perfil dos sujeitos da pesquisa .....	53
Figura 1 – Dispositivos “Pêndulos Eletrostáticos” e “Eletroscópios Lúdicos” .....	59
Figura 2 – Dispositivo “Eletróforo de Volta”, Lâmpada Fluorescente e Lâmpada de Néon.....	61
Figura 3 – Máquina de Nairne .....	62
Figura 4 – Dispositivos “Dedo de Deus” e “Igrejinha” .....	64
Figura 5 – Dispositivo “Gaiola de Faraday” .....	66
Figura 6 – Dispositivo “Garrafa de Leyden” .....	67
Figura 7 – Dificuldade para desenhar .....	76
Figura 8 – Estudo do Eletróforo.....	80
Figura 9 – Estudo dos Pêndulos .....	81
Figura 10 – Teste dos Eletroscópios Lúdicos.....	82
Figura 11 – Teste do Eletroscópio Lúdico .....	85
Figura 12 – Formulação de questões.....	92
Figura 13 – Formulação de questões.....	94
Quadro 2 – Formulação de Questões e Mediação em Situação de Teste dos Pêndulos e Eletroscópios.....	96
Figura 14 – Teste e discussões sobre os dispositivos .....	99
Gráfico 1 – Primeiro esquema de organização da unidade didática .....	104
Figura 15 – Possibilidade de Dispositivos selecionados para o software.....	104
Figura 16 – Exemplos de atividades selecionadas para o software .....	105
Quadro 3 – Planejamento das Histórias em Quadrinho .....	106
Figura 17 – Adequação de cenário, linguagem e analogias.....	107
Figura 18 – Confusões semânticas entre relâmpago e raio .....	108
Figura 19 – O caráter investigativo.....	108
Figura 20 – Linguagem inadequada, ausência de pontuação e de imagens ilustrativas .....	109
Figura 21 – Jogo – Noções de raios, relâmpagos e trovões .....	109
Figura 22 – Resposta correta (não estimulando reflexão e novas investigações)...	110
Figura 23 – Resposta errada (falta de explicações).....	110

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>PRESSUPOSTOS TEÓRICOS</b>	<b>25</b>
2.1	CONCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM À LUZ DE PRESSUPOSTOS CONSTRUTIVISTAS	25
2.1.1	O Papel do Professor como Mediador e Problematicador	28
2.1.2	O Aluno Agente – Concepções Prévias, Questionamento, Reflexão e Diálogo	30
2.1.3	Os Processos de Metacognição e Tomada de Consciência	32
2.2	FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES	34
2.2.1	O Ensino de Ciências nas Séries Iniciais	38
2.2.2	O Papel da Experimentação – O Desenvolvimento de Habilidades, Atitudes e Compreensão de Fenômenos	40
2.2.2.1	Os Projetos RIPE e IPE	42
2.3	ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO PROFESSOR	44
2.3.1	A Informática Educativa como Recurso de Aprendizagem nas Séries Iniciais	47
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>51</b>
3.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA	51
3.2	FASE EXPLORATÓRIA	52
3.3	PERFIL DOS SUJEITOS	52
3.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS	54
3.5	AS OFICINAS	55
3.5.1	Sondagem Inicial	56
3.5.2	Etapa Experimental	56
3.5.2.1	Dispositivos Eletrostáticos Estudados e Desenvolvimento das Atividades	57
3.5.2.1.1	Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos	58
3.5.2.1.2	Eletróforo de Volta	60

3.5.2.1.3 Máquina de Nairne .....	62
3.5.2.1.4 Poder das Pontas e o Pára-raios .....	63
3.5.2.1.5 Gaiola de Faraday .....	65
3.5.2.1.6 Garrafa de Leyden .....	66
3.5.3 Etapa Virtual.....	68
3.6 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS .....	69
<b>4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A MOTIVAÇÃO E O PERFIL EPISTEMOLÓGICO INICIAL DOS PARTICIPANTES.....	70
4.2 OBSTÁCULOS E REAÇÕES POSITIVAS OBSERVADAS EM SITUAÇÃO EXPERIMENTAL.....	73
<b>4.2.1 Situação de construção e montagem dos dispositivos     experimentais .....</b>	<b>73</b>
4.2.1.1 Obstáculos de Ordem Conceitual .....	74
4.2.1.2 Obstáculos de Ordem Psico-cognitiva .....	75
4.2.1.3 Reações Positivas Observadas .....	77
<b>4.2.2 Situação de Teste dos Dispositivos e Interpretação dos     Fenômenos .....</b>	<b>78</b>
4.2.2.1 Obstáculos de Ordem Conceitual e Lingüística .....	78
4.2.2.2 Reações Positivas Observadas .....	83
<b>4.2.3 Situação de Elaboração de Questões a Respeito dos     Fenômenos Observados.....</b>	<b>88</b>
4.2.3.1 Formular Perguntas, Essencialmente Dúvidas .....	89
4.2.3.2 Questionar com Perguntas para as Crianças .....	90
4.2.3.3 Formular Questões Pensando em Respondê-las .....	91
<b>4.2.4 Situação de Reformulação das Questões e Elaboração de     Respostas .....</b>	<b>93</b>
4.3 PROCESSOS DE MEDIAÇÃO .....	97
4.4 ELABORAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA - A CONSTRUÇÃO DE UM SOFTWARE EDUCATIVO SOBRE A TEMÁTICA “RAIOS, RELÂMPAGOS E TROVÕES” .....	101
4.5 TOMADA DE CONSCIÊNCIA.....	111

4.6 CASOS SIGNIFICATIVOS DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E ATITUDINAL .....	114
<b>5 A CONSTRUÇÃO INDIVIDUAL DO PESQUISADOR .....</b>	<b>118</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>121</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE A – Divulgação das Oficinas .....</b>	<b>131</b>
<b>APÊNDICE B – Modelo de Questionário de Sondagem .....</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE C – Modelos de Questionários e Roteiros.....</b>	<b>136</b>
<b>APÊNDICE D – Referências Sugeridas pelos Pesquisadores .....</b>	<b>140</b>
<b>APÊNDICE E – Referências Pesquisadas pelos Sujeitos .....</b>	<b>143</b>
<b>APÊNDICE F – Fotos das Oficinas .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE G – Software Educativo Elaborado .....</b>	<b>156</b>
<b>ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>174</b>
<b>ANEXO B – Modelo de Folheto Instrucional para Construção dos Dispositivos ....</b>	<b>176</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisadores das áreas científicas vêm demonstrando preocupação com a inclusão do ensino de Ciências desde os primeiros anos escolares, buscando alternativas que contemplem uma aprendizagem significativa, possibilitando o desenvolvimento de habilidades, atitudes e valores nas crianças. Diversos autores (OSTERMANN; MOREIRA, 1990; LIMA, 1997; LIMA; ALVES, 1995; OSTERMANN, 1999; SCHROEDER, 2004; ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007) apresentam resultados de pesquisas realizadas nesse âmbito, focalizando o ensino de Ciências na Educação Fundamental.

A legislação brasileira não estabelece barreiras para a educação em Ciências neste nível de escolaridade, deixando em aberto essa possibilidade. A Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional (BRASIL, L9394/96) ainda que não aborde questões relacionadas a disciplinas e conteúdos, regulamenta os níveis educacionais, prescrevendo, em seu artigo 32, que o Ensino Fundamental tem por objetivo a formação básica do cidadão mediante:

[...] II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;  
III - o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores; (BRASIL, L9394/96).

Considerando-se os objetivos apontados pela LDB, quanto à formação de habilidades e atitudes, para a formação de um cidadão conhecedor do ambiente social e natural em que vive, torna-se evidente o papel e a importância do ensino de Ciências nas séries iniciais.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, livro quatro, destinado às Ciências Naturais para Educação Fundamental de primeira à quarta série (BRASIL, 1997), visam indicar metas no sentido de promover a formação de futuros cidadãos ativos e participativos, críticos e transformadores, reflexivos e conhecedores dos seus direitos e deveres no mundo em que vivem.

Para que essa formação ocorra efetivamente, o livro quatro ressalta a importância do conhecimento e compreensão dos fenômenos da natureza e da utilização dos recursos naturais.

[...] Neste contexto, o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo. Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda, para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais (BRASIL, PCN, CIÊNCIAS NATURAIS, 1997, p.15).

Tratando-se de um referencial direcionado às Ciências Naturais e à Cidadania e elaborado de forma flexível, podendo ser adaptado à realidade de cada região, os PCNs, livro 4, têm o intuito de auxiliar professores de séries iniciais, no processo de melhoria do ensino na Educação Fundamental, servindo de base para discussões pedagógicas na elaboração de projetos, planejamento, reflexão e análise de materiais didáticos.

Em linhas gerais, esse referencial adota, como base para educação em Ciências nas séries iniciais, temas como o estudo do ambiente, ser humano, saúde e recursos tecnológicos, não demonstrando preocupação direta com o estudo das Ciências Físicas. Entretanto, os fenômenos físicos, estando diretamente ligados à natureza, fazem parte do cotidiano dos alunos, sendo, seguidamente, trazidos e questionados por eles em sala de aula e, portanto, assumindo igual relevância para a aprendizagem nessa etapa escolar. Para Schroeder (2007, p.1):

Adotando-se uma perspectiva mais ampla a respeito dos propósitos do ensino e da física, pode-se identificar nesta uma oportunidade singular para que as crianças desenvolvam sua auto-estima através da vivência de situações ao mesmo tempo desafiadoras e prazerosas.

Porém, para que o ensino de Física passe a fazer parte da realidade escolar, primeiramente, torna-se necessária sua apropriação pelos próprios professores. Pesquisas realizadas nesta área (OSTERMANN, 1999; SANTOS; PIASSI; FERREIRA, 2004) indicam uma deficiência ou ausência de disciplinas de Ciências nos cursos de formação de professores. Atividades desenvolvidas por professores de séries iniciais têm se destinado quase exclusivamente ao letramento e primeiras noções numéricas. Segundo Schiel ([2008]):

O ensino nas primeiras séries do ensino fundamental, no Brasil, tem se concentrado nos problemas da Alfabetização e da matemática elementar. Há rico acervo de pesquisas e metodologias desenvolvidas no país. Menos estudada tem sido a chamada "Alfabetização Científica". Em geral as professoras e os professores destas séries não sentem segurança para tratar de assuntos de ciências.

Além disso, estudos e discussões a respeito de processos educacionais, realizados em práticas de ensino e pesquisas, revelam que o tempo destinado à criação, à interpretação, à reflexão e a atividades investigativas no contexto escolar é escasso e as estratégias de ensino e aprendizagem nem sempre são variadas e adaptadas para melhor atender às necessidades dos alunos. Percebe-se, assim, a importância de estudos específicos sobre a formação de professores de séries iniciais, no que se refere ao ensino de Ciências.

Tentativas de alfabetização científica de crianças vêm sendo desenvolvidas em diversos lugares do mundo e instituições como, por exemplo, o programa francês de ensino “La Main à la Pâte”, o projeto “ABC na Educação Científica — Mão na Massa”<sup>1</sup>, e os trabalhos desenvolvidos nos projetos Rede de Instrumentação para o Ensino (RIPE)<sup>2</sup>, da USP, e Instrumentação para o Ensino (IPE)<sup>3</sup>, da PUCRS, que demonstram interesse e comprometimento com o tema, desenvolvendo pesquisas com materiais de baixo custo e formação de professores abrangendo tópicos da área das Ciências.

[...] fundamenta-se numa perspectiva de mudança de paradigma educacional onde, a partir de situações significativas para o aluno, contextualiza-se o trabalho com Ciência no Ensino Básico (Ciclo I), articulando-o com a alfabetização e o letramento, numa condição de vivência do papel social da escrita e oralidade. A metodologia é dirigida ao trabalho com experimentos e projetos de modo ativo e concreto, construindo um professor pesquisador e fortalecendo o trabalho coletivo na escola (PROGRAMA ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA — MÃO NA MASSA apud VIEIRA, 2005, p. 48).

No Brasil, tanto o projeto “ABC na Educação Científica”, quanto o projeto RIPE, propõem aplicativos virtuais, como jogos e simulações, que constituem parte integrante de atividades disponibilizadas para professores e alunos. O desenvolvimento da criança está intimamente vinculado ao mundo vivenciado por ela e suas experiências o que, em hipótese alguma, pode ser colocado em segundo

---

<sup>1</sup> Mão na Massa - Projeto de Educação Científica, desenvolvido no Brasil, em parceria com o Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP e vinculado ao projeto “La main à la pâte”, desenvolvido na França.

<sup>2</sup> Rede de Instrumentação para o Ensino (RIPE) – Projeto desenvolvido pela USP cujos objetivos gerais incluem o desenvolvimento de pesquisa para a construção de material experimental de baixo custo.

<sup>3</sup> Instrumentação para o Ensino (IPE) – Projeto desenvolvido na Faculdade Física da PUCRS, em colaboração com a USP, cujos objetivos incluem formação continuada de professores e o desenvolvimento de pesquisa para a construção de material experimental de baixo custo.



plano. Neste sentido, a educação em Física, desde as primeiras fases escolares, poderá contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno, introduzindo noções de conceitos e fenômenos do cotidiano, visando despertar o aluno para as Ciências, bem como contribuir para a formação de cidadãos conscientes, agentes participativos e transformadores da sociedade que integram. Conforme Piaget (1974, p.17):

A visão otimista, bastante otimista mesmo, que nos forneceram nossas pesquisas sobre o *desenvolvimento das noções qualitativas de base* que constituem ou deveriam constituir a *infraestrutura de todo o ensino científico elementar* leva portanto a pensar que uma reforma de grande profundidade nesse ensino haveria de multiplicar as vocações de que está a carecer a sociedade atualmente.

Ainda que em nível de séries iniciais, a criança não tenha desenvolvido plenamente suas estruturas cognitivas, a educação em Ciências, nesse nível, poderá oportunizar um trabalho de sensibilização às Ciências nas crianças, que podem ocorrer através de atividades investigativas e desafiadoras, visando desenvolver atitudes, habilidades e valores, assim como seu desenvolvimento cognitivo.

Para melhor cumprir seu papel no desenvolvimento de estudantes com valores e habilidades apropriados ao aprendizado, as aulas de física para crianças menores de dez anos podem ser propostas como desafios [...]. Os resultados obtidos durante essas atividades são analisados pelas próprias crianças, que tiram suas conclusões e propõem suas explicações para o que foi observado (SCHROEDER, 2007, p.3).

Nessa perspectiva, alguns projetos vêm sendo desenvolvidos por programas dirigidos ao ensino de Ciências que, nesse contexto, visam desenvolver a formação integral do aluno, estimulando seu senso crítico e a apropriação de métodos que caracterizam investigações científicas. Conforme o Programa ABC na Educação Científica ([2008]):

A partir da escola infantil (4 a 6 anos) à Universidade, com escala pela educação primária (7 a 12) e pela secundária (12 a 18 anos), a "continuação ininterrupta de esforços criadores" deve levar à formação da personalidade integral do aluno e ao desenvolvimento de sua faculdade produtora e de seu poder criador, pela aplicação, na escola, para a aquisição ativa de conhecimentos, dos mesmos métodos (observação, pesquisa, e experiência), que segue o espírito maduro, nas investigações científicas (PROGRAMA ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA — MÃO NA MASSA, [2008]).

A prática do “fazer Ciência” (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2001; DEMO, 2000; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2006; MORAES; LIMA, 2004; GIORDAN; VECCHI, 1987; SCHEIN; COELHO, 2006), norteadas pelo princípio do Educar pela Pesquisa (DEMO, 2000), além de tornar as aulas de Ciências mais interessantes e agradáveis para os alunos, também pode auxiliá-los na construção e na compreensão de conceitos, teorias e fenômenos naturais. Através da experimentação em Ciências, o professor tem possibilidade de mediar o estabelecimento de relações e associações entre teoria e prática, integrando essas duas dimensões aos processos de ensino e de aprendizagem, levando em consideração o fato de que cada sujeito tem compreensões e experiências de vida diferentes e, portanto, um olhar diferente sobre cada experimento proposto. Segundo Piaget (1974, p. 20),

[...]os métodos do futuro deverão conferir uma parte cada vez maior à atividade e às tentativas dos alunos, assim como à espontaneidade das pesquisas na manipulação de dispositivos destinados a provar ou invalidar as hipóteses que houveram podido formular para a explicação de tal fenômeno [...]. Em outras palavras, se existe um setor no qual os métodos ativos se deverão impor no mais amplo sentido da palavra, é sem dúvida o da aquisição das técnicas de experimentação, pois uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade e iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formador por falta da compreensão suficiente dos pormenores das etapas sucessivas.

O sujeito motivado pelas atividades experimentais passa a ter maior participação e interesse pela pesquisa, criando hipóteses e buscando soluções para os problemas. Por isso, a importância de se promover a sensibilização à Ciência desde as primeiras séries do Ensino Fundamental. Entretanto, muitas escolas ainda não privilegiam espaços destinados a laboratórios de Ciências, ou não possuem recursos materiais e financeiros para a elaboração e realização de experimentos. Desta maneira, o processo da educação através da experimentação encontra um desafio em sua proposição.

Relatos de professores de física revelam a falta de incentivo das escolas para o professor desenvolver a experimentação com seus alunos. Isso se manifesta pela falta de apoio material e pedagógico e por uma estrutura muitas vezes insuficiente que favorece abordagens puramente demonstrativas e não investigativas (COELHO; NUNES, 2006, p. 1).

Além da necessidade de inclusão e desenvolvimento de um trabalho experimental desde as séries iniciais, outro desafio que a educação encontra diante

de si está relacionado à utilização de novas tecnologias como recurso de aprendizagem. A dinamicidade do mundo atual inclui-se nessa perspectiva, visto que a sociedade encontra-se cada vez mais permeada por novas tecnologias facilitadoras dos processos diários para os indivíduos que a integram. O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação atinge com rapidez as áreas vitais da sociedade. Por mais simples que uma sociedade seja ou viva, pode-se perceber claramente a presença de ambientes informatizados – bancos, supermercados, aparelhos eletro-eletrônicos – consolidando-se e expandindo-se a cada dia. As crianças não seriam excluídas deste processo e, por influência dos pais ou mesmo por consequência da própria globalização, encontram-se imersas neste mundo tecnológico, seus interesses e pensamentos constituindo parte integrante deste universo. Desta forma, discussões relacionadas à influência do computador sobre o comportamento e capacidade de construção de conhecimento pelas crianças estão sendo cada vez mais necessárias, despertando interesse e atenção de pesquisadores, educadores e instituições, num movimento de reflexão sobre a utilização do computador como recurso educacional. Segundo Valente (1993, p.6):

[...] as novas modalidades de uso do computador na educação apontam para uma nova direção: o uso desta tecnologia não como "máquina de ensinar", mas, como uma nova mídia educacional: o computador passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. Isto tem acontecido pela própria mudança na nossa condição de vida e pelo fato de a natureza do conhecimento ter mudado.

Espera-se que as novas tecnologias, em especial a informática educativa, possam contribuir para a educação, tornando-se ferramentas de suporte ao ensino e facilitadoras de aprendizagem. Porém, constata-se, em práticas de ensino vivenciadas em laboratório de informática de escolas públicas e privadas de Porto Alegre, um reduzido número de professores fazendo uso destes recursos.

Tecnologias de informação e comunicação vêm sendo cada vez mais disponibilizadas em escolas, mas o que se percebe, nos laboratórios de informática, são crianças colorindo imagens prontas, realizando atividades em softwares comercializados que muitas vezes envolvem apenas memorização e ações repetitivas, através de jogos destinados a testes de asserção e razão que não promovem o desenvolvimento cognitivo e a reflexão. Para Falkembach (2005, p.2), "A Informática na Educação oferece os subsídios para mudar esse quadro. É preciso

o esforço conjunto de profissionais das áreas de Educação, Psicologia e Informática para a concepção e desenvolvimento de *softwares* educacionais com qualidade”.

Aulas de Ciências, que ocorrem em laboratório de informática, enfrentam essas mesmas dificuldades e acabam tornando-se cansativas e difíceis, tentando “adestrar” a criança em esquemas de condicionamento operante (LOMBARD-PLATET; WATANABE; CASSETARI, 2003), nos quais o estímulo recebido conduz a uma resposta, reforçando positivamente determinado tipo de comportamento na criança, sem que a mesma consiga compreender, muitas vezes, o significado do que está sendo estudado. Essa aprendizagem mecânica produz uma passividade no aluno e a momentânea memorização de conceitos, para um fim imediato, sem qualquer perspectiva de construção cognitiva.

Enquanto ferramenta de auxílio à educação em Ciências, a utilização da informática educativa possibilitará o desenvolvimento de aplicativos educacionais que, entre outras habilidades e atitudes, poderão oportunizar momentos de questionamentos, investigação, criação e reflexão, enriquecendo os processos de experimentação vivenciados na dimensão real, com a exploração virtual dos experimentos. Segundo Falkembach (2005, p.2):

Vale lembrar que as expressões: software educacional; *courseware*; aplicativos educacionais; material educativo; material educacional; ferramentas instrucionais; material didático na forma eletrônica e material didático digital são sinônimos.

Supõe-se que a construção dos próprios softwares educativos facilitará os processos de aprendizagem das crianças contemporâneas, seja através de jogos, teste de modelos e simulações, com a investigação de variáveis que interferem em um fenômeno, atividades de pesquisa, leituras de tutoriais, produções textuais/visuais ou qualquer outra atividade elaborada para complementar o estudo e a compreensão dos fenômenos investigados em sala de aula. Conforme Gomes e Wanderley (2003, p.2):

[...] A função de um software educativo é a de promover aprendizagem para o uso, mas também analisar a aprendizagem de conceitos específicos que ocorrem com o uso do software. [...] as interfaces educativas contemplam seus requisitos quando os usuários aprendem a usá-las, e ao fazê-lo aprendem algo ou algum conceito.

O professor, nesse sentido, desempenha importante papel na construção desse conhecimento, quando seleciona, problematiza, media e elabora e orienta a construir os próprios materiais educativos digitais, que serão utilizados por seus alunos. Para isso, necessitará de conhecimentos teóricos e práticos, domínio de métodos e técnicas, apropriação de ferramentas computacionais e, sobretudo, de metodologias que contemplem esses elementos, a fim de que atividades visando a educação em Ciências adquiram significado para seus alunos.

Trabalhos que relacionam a informática educativa e o ensino de Ciências, utilizando o computador para construção de softwares para simulações de experimentos, relatam experiências que sugerem a eficácia da informática como recurso auxiliar para a educação em Ciências. “No âmbito da informática educativa é possível reconhecer a estratégia pedagógica de pequenos projetos de investigação como uma solução viável para o Ensino Fundamental” (OSTERMANN; PRADO; RICCI, 2006, p. 17).

A relação entre informática educativa e educação experimental em Ciências, pode oportunizar, ao professor, possibilidades para repensar suas práticas pedagógicas vislumbrando, na utilização do computador, uma alternativa complementar de ensino, utilizando-a como recurso facilitador para a sensibilização ao estudo de Física nas séries iniciais. Experimentos construídos concretamente exigem tempo para sua construção e teste de hipóteses ou simulações com novos materiais, técnicas e procedimentos. Na dimensão virtual, essa aprendizagem pode ser realizada com mais rapidez e agilidade, possibilitando que investigações a respeito de fatores que intervêm nos fenômenos, por exemplo, sejam efetuadas realizando-se uma maior gama de operações, observações e testes em menor espaço de tempo, sendo essa uma vantagem da experimentação virtual em relação ao experimento real.

Para JungBlut (2004, p. 102):

O *virtual* [...] não implica desrealização, pois muitos dos atos produzidos pelos mecanismos de virtualização são fatos sociais concretos, já que produzem efeitos na realidade e, assim, não pertencem ao reino do imaginário, não desaparecem do universo das ações sociais tão logo sejam desligados os mecanismos tecnológicos que permitiram sua existência "virtual". Falas digitalizadas que ocorram no ciberespaço podem desaparecer como sinais magnéticos momentaneamente armazenados em alguns computadores, mas os efeitos concretos destas falas não desaparecem da mente dos interlocutores que as mantiveram, nem as decisões no mundo *off-line* que possam ser tomadas em função delas.

O ensino por meio de atividades experimentais e virtuais para a aprendizagem de Ciências não consiste na simples aplicação de atividades e conteúdos disponíveis em programas computacionais, mas envolve o conhecimento e desenvolvimento de metodologias que facilitem a aprendizagem, através desses recursos. Porém, pouco se faz, na prática, para oportunizar aos professores a pesquisa de caminhos mais produtivos para o ensino de Ciências com experimentação e uso da tecnologia no processo educativo.

A informática educativa aplicada como complemento em atividades experimentais, nas aulas de Ciências, pode contribuir para alfabetização científica das crianças. Essas atividades podem ocorrer por meio de jogos ou qualquer outro tipo de software que possibilite aprofundar, reelaborar, criar alternativas e testar hipóteses, inseridas em seu próprio contexto, e respeitando o processo de desenvolvimento individual do aluno. Desta forma, o professor pode estar despertando o interesse, a curiosidade e o gosto pelas Ciências e por novas tecnologias, em sala de aula. Conforme Perrenoud (2000, p.128),

[...] formar para as novas tecnologias é formar o julgamento, o senso crítico, o pensamento hipotético e dedutivo, as faculdades de observação e de pesquisa, a imaginação, a capacidade de memorizar e classificar, a leitura e a análise de textos e de imagens, a representação de redes, de procedimentos e de estratégias de comunicação.

Neste sentido, dar-se-á a importância do significado que as atividades assumem para as crianças desde as primeiras séries, possibilitando que essas estabeleçam relações com o cotidiano. Conforme Zabalza (2002) e Faerman (1997), a construção e reconstrução de conceitos e de realidade são facilitadas nas primeiras etapas escolares, pois a criança, nesta etapa, é mais curiosa e aberta às descobertas, apesar de sua estrutura cognitiva ainda não estar plenamente desenvolvida para a abstração e representações complexas. Mesmo assim, ela estabelece relações e faz associações, relacionando as novas aprendizagens a seus conhecimentos prévios (ASTOLFI; DEVELAY, 2002). O ensino de Ciências nas séries iniciais abre espaço para uma nova leitura dos processos de educação em Ciências, promovendo debates e questionamentos sobre a realidade em que os alunos estão inseridos, não se tratando apenas de incentivar a experimentação e o uso do computador nas aulas de Ciências, mas de explorar esses recursos para enriquecer e facilitar a aprendizagem.

Desenvolvendo-se atividades de experimentação, concretas e virtuais, que permitam aos alunos o estabelecimento de relações com as suas próprias experiências de vida, estaremos possibilitando o desenvolvimento de habilidades como, entre outras, a capacidade de questionar-se, refletir e argumentar, além de atitudes como a curiosidade, o interesse, a criatividade, tornando a construção do conhecimento um processo significativo e prazeroso. Essas questões conduzem uma reflexão sobre a necessidade da formação inicial e continuada do professor, de seu olhar atento à realidade do aluno e da apropriação e utilização dos recursos tecnológicos em benefício da aprendizagem. Exige-se, portanto, maior compromisso e conscientização da escola e do professor sobre esses aspectos, visando à preparação das crianças para a vida e não para uma aceitação acrítica dos conteúdos. Para Valente (1993, p. 26):

[...] o uso do computador como ferramenta é a que provoca maiores e mais profundas mudanças no processo de ensino vigente, como a flexibilidade dos pré-requisitos e do currículo, a transferência do controle do processo de ensino do professor para o aprendiz e a relevância dos estilos de aprendizado ao invés da generalização dos métodos de ensino. Estas questões só podem ser contornadas à medida que o uso do computador se dissemine e coloque em xeque os atuais processos de ensino. Talvez esta esteja sendo a maior contribuição do computador na educação.

Considerando-se as questões acima apresentadas, nesta pesquisa buscou-se investigar traços do perfil epistemológico de futuros professores de séries iniciais, num contexto de vivência e construção de uma metodologia experimental e virtual em Física, tendo como temática a eletricidade estática. Analisaram-se reações positivas e obstáculos identificados durante essa vivência, estudando-se quais os elementos da metodologia experimental foram investidos pelos sujeitos durante o processo de elaboração de uma unidade didática, culminando com a construção de um software educativo para o estudo da temática “Raios, Relâmpagos e Trovões”.

No contexto desta pesquisa, foram investigados os significados que as atividades experimentais e virtuais assumiram para os sujeitos, assim como a importância dos processos de metacognição, tomada de consciência e mediação em sua aprendizagem. A existência de lacunas na formação de professores de séries iniciais em Ciências, assim como o reduzido número de pesquisas realizadas na área, considerando a importância da experimentação e da utilização da informática

educativa como recurso auxiliar ao ensino de Física, justificam a presente pesquisa e sua relevância.

No segundo capítulo, são abordados os pressupostos teóricos que embasaram esta pesquisa, discutindo-se princípios norteadores deste trabalho, considerando-se as seguintes temáticas: concepções de ensino e aprendizagem à luz de pressupostos construtivistas, formação continuada do professor, ensino de Ciências nas séries iniciais, papel da experimentação, alfabetização tecnológica do professor e informática educativa como recurso de aprendizagem nas séries iniciais.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia da pesquisa, incluindo a abordagem metodológica adotada, a fase exploratória, o perfil dos sujeitos, os instrumentos e procedimentos para coleta de dados e a técnica utilizada para a análise e tratamento dos dados.

O quarto capítulo trata das análises dos dados e resultados da pesquisa, tecendo considerações sobre o perfil epistemológico dos sujeitos, reações positivas e obstáculos identificados na vivência experimental e virtual, processos de mediação ocorridos, tomada de consciência dos sujeitos sobre a importância da metodologia desenvolvida e casos significativos de evolução em nível cognitivo e de atitudes observadas no decorrer do processo.

O quinto capítulo constitui um relato do processo de construção individual do pesquisador, apresentando uma reflexão sobre suas expectativas, limitações e aprendizagens durante a realização da pesquisa.

E, por fim, o sexto capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa, sintetizando-se consequências e contribuições relevantes do trabalho e indicando-se novas pistas para a continuidade da pesquisa.



## 2 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

### 2.1 CONCEPÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM À LUZ DE PRESSUPOSTOS CONSTRUTIVISTAS

Diversos autores (ASTOLFI; DEVELAY, 2002; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008; GIORDAN; VECCHI, 1987; BECKER, 1992; SCHEIN; COELHO, 2006; COLL; 2001; SCHROEDER, 2007, MORAES; 2000), influenciados por pressupostos construtivistas, compartilham a idéia de que é na interação do sujeito com o meio social e material, considerando também suas experiências vivenciadas, que poderá ser construído e transformado um conhecimento. Para Schroeder (2007, p.2):

[...] o aprendizado é um processo dirigido, no qual um indivíduo constrói relações a partir de situações que vivencia interagindo com o meio e com outros indivíduos. A interação com o meio se dá nas situações em que um indivíduo tenha a possibilidade de manipular fisicamente objetos, agir sobre os materiais que dispõe para observar e refletir sobre as respostas que obtém a partir dessas ações.

Nesse sentido, a aprendizagem é construída a partir da interação do sujeito com o meio social, cultural e material, e esses processos não ocorrem isoladamente, mas surgem com a problematização e mediação do professor, valorizando os conhecimentos prévios dos sujeitos, relacionando teoria e prática e incentivando a participação, o questionamento e o diálogo, em um movimento de reflexão, que conduz ao desenvolvimento cognitivo do aluno.

Segundo Coll (2001, p. 19),

[...] a concepção construtivista da aprendizagem e do ensino parte de fato óbvio de que a escola torna acessíveis aos seus alunos aspectos da cultura que são fundamentais para o seu desenvolvimento pessoal, e não só no âmbito cognitivo. A educação é um motor para o desenvolvimento, considerado globalmente, e isso também supõe incluir as capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social, de relações interpessoais e motoras. Ela também parte de um consenso já bastante arraigado em relação ao caráter ativo da aprendizagem, o que leva a aceitar que esta é fruto de uma construção pessoal, mas na qual não intervêm apenas o sujeito que aprende; os “outros” significativos, os agentes culturais, são peças imprescindíveis para essa construção pessoal, para esse desenvolvimento que aludimos.

A educação encontra, diante de si, uma problemática que supera a aplicabilidade superficial e inadequada de métodos e técnicas, mas que avança em direção a uma atitude reflexiva sobre a visão epistemológica do professor e o papel desempenhado pelo aluno neste processo.

Conforme Laburú et al. (2001, p. 156), na visão construtivista:

[...] por parte do estudante, solicita-se que articule e exercite os seus conhecimentos em atividades estruturadas que, freqüentemente, fazem uso de discussões em grupo ou coletivas, que oportunizam a construção social dos significados. Ele deve levantar questões, desenvolver argumentos e ajuizamentos, fazer observações e realizar atividades práticas. Por parte do professor, este deve cumprir o papel de facilitador, co-construtor, provedor de experiências e socializador, no sentido de fazer com que as ferramentas culturais da ciência sejam acessíveis ao aprendiz. Sua função é a de um guia que media e negocia entre as concepções dos aprendizes e as científicas.

Percebe-se que, quando os processos educacionais baseam-se no paradigma construtivista, a ação do professor desenvolve-se levando em conta a figura do aluno, sua realidade e, principalmente, as possibilidades de o mesmo construir sua aprendizagem. Parte-se da idéia de que as informações não estão acabadas, o conhecimento não vem “pronto”, mas é construído através do compartilhamento de experiências, interações e diálogo (BECKER, 1992) entre os sujeitos, visando ampliar sua rede cognitiva.

Para Schein e Coelho (2006, p. 74):

Em uma abordagem construtivista é reconhecido que o aluno possui um conhecimento anterior, no qual se ancora o novo, construído através do diálogo, da pesquisa, da leitura, da reflexão e das interações com seu cotidiano, com o professor e com os próprios colegas.

A responsabilidade adquirida no processo de construção do conhecimento encaminha à liberdade e à autonomia, permitindo que aluno atue no desenvolvimento dos processos educativos, compartilhando idéias, interagindo, elaborando novas hipóteses e criando soluções para possíveis problemas que possam surgir no decorrer deste processo, ampliando, desta forma, sua capacidade de refletir e argumentar. Essa experiência poderá proporcionar, tanto a alunos quanto a professores, uma reconstrução do conhecimento, investido não apenas no contexto escolar, mas em suas próprias experiências de vida.

Segundo Moran (2000, p.13):

Educar é colaborar para que professores e alunos – nas escolas e organizações – transformem suas vidas em processos permanentes de aprendizagem. É ajudar os alunos na construção de suas identidades, do seu caminho pessoal e profissional – do seu projeto de vida, no desenvolvimento das habilidades de compreensão, emoção e comunicação que lhes permitam encontrar seus espaços pessoais, sociais e profissionais e tornem-se cidadãos realizados e produtivos.

Considera-se que, por meio da reorganização dos saberes anteriores e com os novos, bem como do diálogo e da troca de experiências, poderão ocorrer transformação e apropriação do conhecimento. Quando o educador oportuniza espaços para o aluno modificar a sua realidade, testando, explorando, compartilhando e argumentando suas experiências, propicia um ambiente favorável para o desenvolvimento do questionamento e da pesquisa em sala de aula, dando novo sentido à educação.

Alguns autores (LABURÚ; ARRUDA, 2002; LABURÚ et al., 2001), entretanto, analisam criticamente essa concepção educacional, mostrando controvérsias centradas na idéia de oposição aos principais aspectos subjacentes do paradigma construtivista, principalmente, ao papel desempenhado pelo aluno e à metodologia utilizada pelo professor, nesse contexto.

Primeiramente, há críticas ao construtivismo individual, no qual o professor organiza e facilita os processos de aprendizagem, mas este é construído individualmente, pelo aluno, numa relação conflitante entre conhecimentos empíricos e teorias científicas. Para Laburú et al. (2001), essa relação promove desconforto no sujeito, criando um sentimento de aversão à situação geradora e, portanto, dificultando a compreensão dos conceitos científicos envolvidos, ou seja, “[...] didaticamente falando, nenhuma experiência individual pode, de todo, estimular a construção de conceitos científicos, que são, em última instância, construções abstratas, idealizadas” (LABURÚ et al., 2001, p.13).

Outro aspecto que suscita discussões refere-se às metodologias utilizadas para promover a reflexão e o desenvolvimento cognitivo, desconsiderando as peculiaridades de cada sujeito e suas preferências particulares por estilos educacionais específicos, contestando-se, a idéia de considerar a maneira mais significativa de aprendizagem àquela relacionada às trocas de experiências e discussões em grupo.

Para Laburú et al. (2001, p.17):

[...] outra questão criticável, diz respeito à estratégia usada para ensinar e ao modo particularizado de aprender de cada um. Também, nesta situação, é difícil dar crédito à radical reação construtivista ao didatismo, quando valoriza em demasia a pedagogia do estilo discussão em grupo, estilo que é observado na medida em que há excessivo destaque das atividades desse tipo, fundamentadas na promulgada colaboração social para a produção do conhecimento.

Apesar do conhecimento dessa visão de oposição ao paradigma construtivista, manifestada pelos autores acima citados, é importante salientar meu posicionamento favorável à visão de autores (COLL, 2001; BECKER, 1992; SCHEIN; COELHO, 2006; SCHROEDER, 2004; MORAES, 2000) que defendem a idéia da aprendizagem torna-se significativa quando é construída pelo sujeito, a partir de conhecimentos prévios e experiências, na relação entre teoria e prática, considerando-se a importância do diálogo, da interação e da mediação nesses processos.

### **2.1.1 O Papel do Professor como Mediador e Problematizador**

Pesquisadores vêm defendendo a idéia de que o conteúdo deve ser selecionado a partir da realidade em que o aluno está inserido, relacionando ações do cotidiano a pressupostos teóricos que embasam novas reconstruções de conhecimento (MORAES; LIMA, 2004). A tomada de decisão na seleção de estratégias, tarefas e recursos é um dos aspectos a ser repensado na prática docente, a fim de que estes possam contribuir para o aprendizado e atingir os objetivos propostos pelo professor. Neste processo, o professor assume o papel de mediador e facilitador destas questões, desafiando e incentivando seus alunos à busca de informações e à pesquisa em sala de aula. Para Moraes (2004, p. 94),

[...] o questionamento reconstrutivo implica o aprender a aprender e não a aprender a copiar e reproduzir. Nesse sentido, requer leitura crítica, interpretação e reescrita crítica, em que existe a elaboração de um texto próprio baseado em experiências próprias. Durante esse processo o aluno deixa de ser objeto para se transformar em sujeito que trabalha em parceria com o professor, buscando reconstruir conhecimento e inovar a prática em sala de aula.

Uma prática pedagógica mediada que privilegie o compartilhar de experiências e a valorização do conhecimento prévio pode possibilitar a construção de novas relações, transformando o conhecimento dos sujeitos envolvidos neste processo. Essa atitude poderá auxiliar o desenvolvimento integral de potenciais diversificados, garantindo a possibilidade do professor manter um olhar mais atento às individualidades, valorizando em cada aluno seu lado social, emocional, crítico e imaginário.

Conforme Polenz (2004, p. 36):

Essa concepção do fazer pedagógico implica necessariamente numa atitude ativa do sujeito que está conhecendo. Questionar, problematizar, indagar são instrumentos importantes nesta construção. Existe um movimento em que os diferentes aspectos da realidade se articulam e interferem uns nos outros. A reflexão crítica busca perceber as contradições, estabelecer relações entre o que está claro e o que está escuro, entre o que foi dito e o que está calado, entre o que é anunciado e o que foi feito.

Nessa concepção, o professor planeja e organiza suas aulas, desenvolvendo-as de modo a problematizar temas e assuntos relacionados à realidade de seus alunos, a fim de contemplar as potencialidades de sujeito, respeitando seu ritmo e limitações. Schein e Coelho (2006, p. 75) consideram que “o professor que se identifica com uma postura epistemológica construtivista cria espaço para o desenvolvimento de pesquisa e elaboração de questionamentos em sala de aula, manifestando flexibilidade e tolerância em suas ações”.

Segundo Coll (2001, p. 20),

poderíamos dizer que, com nossos significados, aproximamo-nos de um novo aspecto que, às vezes, só parecerá novo, mas que na verdade poderemos interpretar perfeitamente com os significados que já possuímos, enquanto outras vezes, colocará perante nós um desafio ao qual tentamos responder modificando os significados dos quais já estávamos providos, a fim de podermos dar conta do novo conteúdo, fenômeno ou situação. Nesse processo, não só modificamos o que já possuíamos, mas também interpretamos o novo de forma peculiar, para poder integrá-lo e torná-lo nosso. Quando ocorre este processo dizemos que estamos aprendendo significativamente, construindo um significado próprio e pessoal para um objeto de conhecimento que existe objetivamente.

Os processos educacionais, baseados no paradigma construtivista, podem promover a construção e reconstrução da própria realidade do aluno, problematizada e mediada pelo professor, valorizando situações e questionamentos,

apresentados por seus alunos, relativos ou não ao contexto escolar, mas que igualmente merecem atenção, pois poderão tornar fonte de reflexão e novas aprendizagens.

### **2.1.2 O Aluno agente – Concepções Prévias, Questionamento, Reflexão e Diálogo**

A participação do aluno na construção do conhecimento é um dos aspectos fundamentais para a educação com enfoque construtivista, pois é através da participação que o sujeito terá possibilidade de questionar-se, dialogar e refletir, aprimorando sua aprendizagem e considerando suas próprias experiências. As concepções prévias que o aluno possui passam a fazer parte do contexto educacional, adquirindo importância para as reconstruções conceituais, à medida que seus conhecimentos empíricos entram em conflito com as teorias, permitindo-lhe corroborar ou refutar hipóteses e realizar novas reflexões no processo de construção de um pensamento mais elaborado.

[...] o aprendiz não vem para a sala de aula com uma mente vazia, desprovida de teoria, mas dispõe de uma rede conceitual com um vocabulário próprio e, muitas vezes, conflitante com o científico. Por conseguinte, as respostas ou as idéias erradas do aluno deixaram de ser encaradas como uma questão sem um interesse teórico maior. (LABURÚ et al., 2001, p. 155).

É através da reorganização dos saberes anteriores e novos, isto é, da modificação de estruturas de conhecimento, que poderá ocorrer uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, vários autores (GIORDAN; VECCHI, 1987; MORAES, 2004; COELHO; SHEIN, 2006; COLL, 2001) compartilham a idéia da importância do questionamento e da reflexão na aprendizagem.

Quando a criança é envolvida em atividades que possibilitem manifestar suas dúvidas, curiosidades, conhecimentos prévios e argumentações, poderá vir a tornar-se mais motivada e confiante.

Este processo pode servir como incentivo para novas leituras e questionamentos, promovendo, assim, um ambiente favorável à aprendizagem e à pesquisa.

Quando uma tarefa que se ajusta às possibilidades dos alunos lhes é apresentada como algo que permite preencher determinadas necessidades ( de aprender, de saber, de influir, de mudar) e quando lhes é oferecida a oportunidade de envolver-se nela ativamente, estamos proporcionando as condições para que essa tarefa lhes interesse. Nem sempre há interesse; ele deve ser criado e, depois, de ter sido suscitado, deve ser cuidado para não decair. Seu melhor alimento é, não devemos esquecer disso, a experiência de que se aprende e de que se pode aprender (COLL, 2001, p.50).

Ambientes nos quais os alunos têm a oportunidade de interagir, testar e argumentar, expondo suas idéias favorecem o ensino e aprendizagem, facilitando a compreensão dos conteúdos e a reconstrução cognitiva. Ao mesmo tempo que todos ensinam e trocam experiências, têm a possibilidade de aprender. Considerando-se, assim, que a aprendizagem não é copiar ou reproduzir a realidade, mas, como cita Coll (2001):

[...] a aprendizagem é a capacidade que o indivíduo desenvolve, de perceber que somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que temos interesse em aprender. Aprender é construir, e essa construção pode se dar fora, mas também, dentro da escola de maneira solidária.

Este processo faz com que os alunos passem a atuar, dentro e fora de sala de aula, como cidadãos participativos, associando questões do cotidiano à prática escolar. O fato de o professor “sair” do esquema tradicional de aula, estimulando o trabalho em conjunto e valorizando os saberes dos alunos, faz com que os estes se conheçam melhor, exercitem sua capacidade crítica e argumentativa e desenvolvam um pensamento divergente, num processo de reflexão sobre o próprio conhecimento. Nesta perspectiva:

Aprendemos quando descobrimos novas dimensões de significação que antes nos escapavam, quando vamos ampliando o círculo de compreensão do que nos rodeia, quando como numa cebola, vamos desencadeando novas camadas que antes permaneciam ocultas à nossa percepção, o que nos faz perceber de uma outra forma. Aprendemos mais quando estabelecemos pontes entre a reflexão e a ação, entre a experiência e a conceituação, entre a teoria e a prática; quando ambas se alimentam mutuamente (MORAN, 2000, p. 23).

Nesse sentido, o diálogo passa a ser um importante exercício de reflexão e reconstrução do conhecimento, pois, à medida que o aluno compartilha suas hipóteses, passando a refletir e criar estratégias para expressar e defender seus pensamentos, é confrontado pelas idéias e pensamentos dos demais. Com essa interação, sua rede cognitiva vai se reestruturando e ampliando.

O que se deve destacar neste fundamento é a importância do exercício do diálogo realizado com nossas próprias produções, objetivando extrair destes diálogos novos conhecimentos, novas posturas, novos indicadores, novas possibilidades de trabalho (BARROS, 2004, p. 35).

O importante, nesta perspectiva, não é o montante de conhecimento adquirido pelo sujeito, mas é fazer com que esses conhecimentos sejam base para novas e futuras aprendizagens, estimulando a capacidade de questionar-se, reagir e transformar a realidade.

### **2.1.3 Os processos de Metacognição e Tomada de Consciência**

Explorando metodologias em que os alunos possam testar hipóteses, realizar experimentos, compreender como os processos físicos ocorrem, questionar e argumentar sobre suas constatações, o professor propiciará espaços que podem promover a capacidade de aprender significativamente, além de incentivar a atitude de pesquisador no aluno (SÉRÉ; COELHO; NUNES, 2001; DEMO, 2000; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2006; MORAES; LIMA, 2004; GIORDAN; VECCHI, 1987; SCHEIN; COELHO, 2006; SCHROEDER, 2004).

Segundo Moraes (2004, p. 114):

Utilizar a pesquisa em sala de aula é propiciar aos alunos um envolvimento interativo de perguntar e responder, de construir desafios e procurar soluções para eles. Mas é importante que os alunos não apenas se envolvam na solução de problemas elaborados pelo professor, mas que eles próprios participem em sua formulação.

No momento em que o aprendiz não é passivo, ou seja, não mais recebe as informações e impressões acabadas, sem questionar ou considerar seus



conhecimentos, torna-se agente da própria construção do conhecimento, possibilitando, ao professor, nesse sentido, desenvolver planos de problematização, ação e mediação, ferramentas facilitadoras de aprendizagem.

Cada sujeito terá compreensões e experiências de vida diferentes e, portanto, um olhar diferente sobre cada tema proposto que encaminhará a distintos questionamentos e reflexões, permitindo-lhe o desenvolvimento de novas habilidades e atitudes, uma vez que ele próprio é construtor de sua aprendizagem.

Essa visão oportuniza espaço para um pensamento mais crítico e questionador, que encaminha a ação a um processo de metacognição (FLAVELL apud GRENDENE, 2007; ASTOLFI; DEVELAY; 2002; LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996; GRANGEAT et al, 1999), considerando a consciência do sujeito sobre o seu próprio desenvolvimento cognitivo.

Os conhecimentos metacognitivos são conhecimentos e convicções sobre os fenômenos relacionados com a cognição. Eles podem incidir sobre as pessoas, as tarefas a efetuar ou as estratégias para as efetuar. [...] Adquirimos esses conhecimentos metacognitivos através das experiências metacognitivas, que são experiências conscientes, afetivas e cognitivas, que nos permitem enriquecer nossos conhecimentos cognitivos (FLAVELL, 1979 apud LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996, p.21).

O processo de metacognição está relacionado à concepção construtivista (LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996) e envolve não apenas o produto final, ou seja, o conteúdo aprendido, mas, principalmente, os processos internalizados e reflexivos ocasionados pelas mudanças, que permitem ao sujeito ter consciência da aprendizagem adquirida desenvolvendo, dessa forma, estratégias para a solução de problemas.

Este processo de metacognição envolve dois aspectos, os conhecimentos metacognitivos e a gestão da atividade mental (FLAVELL, 1979 apud LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996).

Os conhecimentos metacognitivos são conhecimentos e convicções sobre fenômenos relacionados com a cognição. [...] As reflexões que acompanham a atividade cognitiva e as decisões tomadas para a orientar constituem a gestão da atividade mental (LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996, p.21-22).

É durante o processo de formação dos conhecimentos metacognitivos que ocorre a tomada de consciência, componente significativo dos processos de

metacognição, pois é através da organização consciente do pensamento que o indivíduo conseguirá fazer retomadas sobre seus procedimentos e construção cognitiva diante de um fato ou tarefa, elaborando uma argumentação e analisando sua eficácia e evolução.

Segundo Ribeiro (2003, p.110):

[...] Encontramos duas formas essenciais de entendimento da metacognição: conhecimento sobre o conhecimento (tomada de consciência dos processos e das competências necessárias para a realização da tarefa) e controle ou auto-regulação (capacidade para avaliar a execução da tarefa e fazer correções quando necessário - controle da atividade cognitiva, da responsabilidade dos processos executivos centrais que avaliam e orientam as operações cognitivas).

A interação com o outro, o diálogo, a comunicação, a relação entre a teoria e a prática, as reflexões e a tomada de consciência dos próprios processos de pensamento, assim como de sua evolução, tornam-se aspectos relevantes e significativos para a transformação epistemológica do sujeito.

Para Lafourture e Saint-Pierre (1996, p. 27) "para tomar consciência do nosso pensamento é necessário fazer um retorno sobre os nossos procedimentos ou a nossa atividade cognitiva, ser capazes de a verbalizar e de fazer juízo sobre a sua eficácia".

## 2.2 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Uma das grandes preocupações de educadores e da comunidade escolar vem sendo com relação a “o que ensinar” e a “como desenvolver estratégias de ensino mais significativas à aprendizagem”. Diversas reflexões surgem neste âmbito, referindo-se a problemas de aprendizagem relacionados a ações conteudistas e aulas expositivas, como reflexo de uma metodologia tradicional de ensino, vivenciada pelos atuais professores quando discentes (ASTOLFI; DEVELAY, 2002; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2006). Nesta visão, o poder e o saber encontram-se detidos na figura do professor e o aluno não passa de mero receptor passivo dos conteúdos.

Conforme Grillo (1998, p. 87),

[...] como herança da Escola Tradicional, a aula expositiva foi considerada centrada no professor, responsável pela transmissão mecânica dos conhecimentos e valores sociais acumulados e repassados como verdades indiscutíveis e pela supervalorização da memória do aluno em detrimento de sua habilidade de reflexão. Como decorrência o aluno se caracterizava pela passividade, tendo como principal atribuição assimilar mecanicamente os conteúdos transmitidos pelo professor.

Os desafios que podem surgir nesse contexto, remetem a obstáculos (ASTOLFI apud WESTPHALA; PINHEIRO, 2005) vivenciados na prática docente, uma vez que o professor tende a reproduzir modelos observados.

Diante disso, considerando a formação prática do professor de Ciências, pode-se identificar nele a formação docente espontânea, adquirida ambientalmente e de forma não reflexiva, como um obstáculo às práticas construtivistas, alicerçadas na contextualização e na interdisciplinaridade [...] (WESTPHALA; PINHEIRO, 2005, p.5).

Para superar esses obstáculos é necessário que o professor identifique suas limitações, numa atitude crítica e reflexiva, considerando também seus conhecimentos prévios, a fim de reconstruir e organizar não apenas sua prática docente, mas sua estrutura cognitiva.

Entretanto, para que essa transformação ocorra é necessário compartilhamento de idéias e interação com outros sujeitos, visando que essa desestabilização possa realmente influenciar na ação reflexiva e tomada de consciência do professor, tornando-a ação consciente.

Diversos autores (ASTOLFI; DEVELAY, 2002; PRADO; VALENTE 2002; COELHO; NUNES, 2006; CARVALHO; GIL-PEREZ, 2006; OSTERMANN, 1999; SANTOS, PIASSI, FERREIRA, 2004) consideram a importância de formação de professores para o desenvolvimento de uma prática reflexiva de mudanças epistemológicas, visando o desenvolvimento de habilidade e atitudes, além do desenvolvimento cognitivo do aluno. Astolfi (2002) indica vários modos de formação possíveis, entre elas a formação pela pesquisa, sugerindo que

[...] as problemáticas de pesquisa-ações assim abordadas no período de formação conduziram os professores [...] a uma maior capacidade de análise das situações e das tomadas de decisões, graças ao olhar clínico que teriam de lançar sobre as situações que encontram” (ASTOLFI; DEVELAY, 2002, p. 130).

Por isso, a importância de uma formação pela pesquisa, oportunizando ao professor:

[...] por um lado, investigar os fenômenos e funcionamento dos dispositivos experimentais do ponto de vista físico e técnico, mas também participar ativamente dos processo de coleta de dados de nossa pesquisa e refletir sobre sua própria ação pedagógica, relatando, escutando e discutindo o relato de seus colegas sobre a forma de utilizar conhecimentos adquiridos no decorrer das oficinas em suas aulas (COELHO; NUNES, 2006, p. 3).

Considerando o princípio do isomorfismo (ASTOLFI, DEVELAY, 2002; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008) acredita-se que o professor que vivencia uma experiência de formação pela pesquisa, refletindo sobre sua prática, terá maior possibilidade de transpor para suas aulas as situações e experiências vivenciadas.

Para Coelho, Nunes e Wiehe (2008, p.13):

[...]considera-se que, ao fazer com que os professores vivam e analisem situações semelhantes àquelas que poderão propor a seus alunos, seja mais provável que integrem o novo conhecimento em suas estratégias metodológicas.

Nessa perspectiva, é possível que o professor torne-se um agente de sua própria prática, construindo e planejando suas aulas, com vistas a favorecer a aprendizagem e envolver-se em novos processos de formação, adquirindo uma atitude de pesquisador.

Com isso o desenvolvimento dessa habilidades, passa a exercer um papel mais significativo no desenvolvimento cognitivo de seus alunos, atuando não mais como transmissor de conteúdos, mas orientando e mediando o processo de reconstrução do conhecimento, instigando o questionamento, o exercício do diálogo e argumentação e, também, de transformação da visão de mundo, utilizando-se das novas tecnologias como uma ferramenta auxiliar de aprendizagem. Pesquisas realizadas enfocando processos de ensino e aprendizagem, instrumentação para o ensino experimental e formação continuada de professores do Ensino Fundamental e Médio, ressaltam a importância de:

[...] desenvolver no professor competências para fabricar e ampliar, de forma autônoma e criativa, material instrucional que lhe possibilite ensinar física pela experimentação, desenvolvendo temas significativos para a compreensão dos fenômenos (COELHO et al, 2006, p. 2).

A proposta de formação continuada docente em Ciências poderá proporcionar ao professor uma formação que contemple o *saber* e o *saber fazer* (ASTOLFI, DEVELAY, 2002; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008), supondo que, na medida em que o professor vivencia essa experiência de formação, tentará aplicá-la em sua prática, atuando e refletindo sobre a própria ação.

Quando os professores se envolvem com processos investigativos “[...] precisam de uma epistemologia da prática marcada pela união reflexiva de pensar e fazer”. (KLEIN, 1998, p.131). O professor que passa a envolver-se com atividades de pesquisa pode tornar-se um facilitador e mediador da aprendizagem, incentivando a iniciação científica e pesquisa em sala de aula.

A formação continuada do professor poderá promover uma educação de maior qualidade, desenvolvendo a capacidade reflexiva e a consciência investigativa do professor, criando espaço para o diálogo, o questionamento, a interação e, principalmente, para as reconstruções de metodologias e, também, de conhecimento.

Nesta perspectiva, insere-se, também, o trabalho experimental, que, segundo Coelho et al. (2006, p. 4), quando “desenvolvido com professores traz implicitamente no seu planejamento mensagens de como o professor concebe o funcionamento e a natureza da ciência.” Esta prática de educar pela pesquisa (DEMO, 2000) resulta em transformação e desafio para o professor, pois:

[...] é fundamental saber discutir ciência, praticar o questionamento sistemático e o autoquestionamento, transitar com desenvoltura pelos paradigmas usuais da cientificidade e dar conta de suas polêmicas, burilar de forma sempre atualizada posições metodológicas próprias, e assim por diante (DEMO, 2000, p. 94).

Supõe-se que, à medida que o professor experimenta e reflete sobre situações de aprendizagem, poderá tornar-se mais capaz de promover situações semelhantes em sala de aula, constituindo-se em um agente transformador do ensino de Ciências nas séries iniciais (ASTOLFI; DEVELAY, 2002; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008).

Através da formação continuada o professor pode tornar-se melhor preparado para enfrentar os desafios que a educação em Ciências enfrenta nas séries iniciais e anos subsequentes.

### 2.2.1 O Ensino de Ciências nas Séries Iniciais

Professores e alunos, fora do ambiente escolar, estão permanentemente em contato com fenômenos naturais, conhecendo, modificando e até experimentando situações relacionadas a esse contexto, no qual vivenciam e atuam nesta realidade como cidadãos participativos, mas pouco a relacionam com a realidade escolar, devido a falta de compreensão científica desses fenômenos.

Visto que a educação em Ciências envolve o ensino e a aprendizagem dos fenômenos naturais, contemplando desde microorganismos integrantes de no planeta a fenômenos físicos que encontrados no dia-a-dia, a formação da consciência científica se torna uma importante questão a ser estudada desde as séries iniciais.

Para Schroeder (2007, p.3):

Por ser o mais básico dos ramos da ciência, a física apresenta um aspecto extremamente produtivo: pode-se propor atividades experimentais que permitam que crianças menores de dez anos manipulem diretamente os materiais usados e não se limitem a contemplar fenômenos. A física possibilita atividades em que as crianças ajam sobre os materiais utilizados, observem o resultado de suas ações e reflitam sobre suas expectativas iniciais, reforçando ou revendo suas opiniões e conclusões.

A formação em Ciências nas séries iniciais, segundo Vianna e Carvalho (2001) indica desafios a pesquisadores que demonstram preocupações referentes a esse tipo de formação específica.

As pesquisas em ensino de Ciências têm apontando para estas novas experiências em cursos de formação, pois o que tem sido observado entre professores e alunos são lacunas nas suas formações, tanto a nível de conteúdo como sobre concepção sobre a natureza da Ciência [...]. Esta nossa perspectiva se enquadra também na linha de pesquisadores que vêm, há muito tempo, se preocupando com o desenvolvimento da compreensão dos aspectos chaves da natureza da ciência, análise das práticas científicas e suas metodologias, entre outros, tanto pelos professores das áreas científicas como de seus alunos (VIANNA; CARVALHO, 2001, p.4).

Desta maneira, um novo olhar necessita ser aguçado em relação a estas questões para se poder pensar numa transformação efetiva da escola, da concepção de conhecimento e do ensino de Ciências.

O professor que vivencia uma experiência como pesquisador poderá adquirir olhar mais reflexivo e consciente que o capacitará à tomada de decisões mais adequadas enquanto professores de Ciências das séries iniciais, promovendo situações em que o aluno possa desenvolver habilidades importantes de investigação, elaborando hipóteses, testando e argumentando seus pensamentos a respeito da situação estudada, colaborando assim para o confronto de idéias e a apropriação de um pensamento científico (CAPECCHI; CARVALHO, 2000; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008).

Pesquisas realizadas sobre o ensino de Física nas séries iniciais (TEODORI; TOMAZELLO, 2004) constataram uma aproximação da criança com o universo científico, apesar de dificuldades de linguagem nos argumentos utilizados, envolvendo analogias e metáforas.

[...] Mesmo fazendo uso de uma linguagem ainda não científica, as argumentações mostram que os alunos vão entrando no mundo da ciência à medida que têm necessidade de utilizar os instrumentos conceituais e procedimentais da cultura científica (TEODORI; TOMAZELLO, 2004, P.4).

Ao refletir sobre a educação em Ciências nas séries iniciais, ressalta-se a importância do “fazer ciência” (ASTOLFI, DEVELAY, 2002; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008; GIORDAN; VECCHI, 1987; SCHEIN; COELHO, 2006, CARVALHO; GIL-PEREZ, 2006; SCHROEDER, 2004), a fim de tornar a aprendizagem significativa a partir de processos de investigação e elaboração de hipóteses, podendo contribuir para a alfabetização científica dos alunos, bem como para a iniciação à pesquisa em sala de aula.

A criança poderá ser despertada para as Ciências, adquirindo primeiras noções científicas e desenvolvendo sua capacidade investigativa e de argumentação. Para Schoroeder (2007, p.8):

A possibilidade de participar de atividades nas quais os estudantes manipulem, explorem, interajam com materiais concretos, ao invés de somente se dedicar a aulas expositivas e leituras de textos, é essencial para o desenvolvimento e o aprendizado das crianças.

Quando o aluno tem a possibilidade de manusear objetos, tem possibilidade de ir refletindo e construindo suas próprias associações entre a teoria estudada e prática vivenciada.

Esse envolvimento possibilitará uma melhor compreensão de conceitos e fenômenos específicos, podendo promover uma atitude mais dialógica e argumentativa diante das investigações experienciadas.

Para Séré; Coelho; Nunes (2001, p. 39),

[...] o aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. A partir dessa descrição de experimentação, pode-se atribuir papéis diferentes à experiência demonstrativa em sala de aula e ao experimento feito em laboratório. [...] Pode-se assim dizer que, por meio de atividades experimentais, o aluno consegue mais facilmente ser “ator” na construção da ciência.

Mediar à aprendizagem do aluno para a aquisição de novos conhecimentos e compreensões do mundo implica em profissionais comprometidos e conscientes de sua prática docente. Não se trata de dar continuidade à prática de um ensino tradicional baseada em paradigmas que não mais respondem às perguntas que surgem no mundo atual, mas de utilizá-los como meio de desenvolvimento para a construção de uma aprendizagem mais ampla, reflexiva, questionadora e consciente.

### **2.2.2 O Papel da Experimentação – O Desenvolvimento de Habilidades, Atitudes e Compreensão de Fenômenos**

O papel da experimentação no ensino de Ciências é fundamental, pois o aluno é motivado a solucionar situações-problema, a refletir sobre o que observa e assim é inevitável o uso da teoria como suporte para analisar suas observações e hipóteses.

Nesse sentido, desenvolver uma prática baseada em experimentações poderá trabalhar aspectos que envolvem competências e habilidades que o professor deve desempenhar em suas aulas, com vistas à educação para a pesquisa e a formação de um aluno agente, questionador e autônomo.

Conforme Séré; Coelho; Nunes (2001, p. 39),



[...] graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas da investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados.

É através da exploração de dispositivos experimentais que o aluno irá desenvolver sua curiosidade e raciocínio, aprimorando sua capacidade de criação, argumentação e compreensão dos fenômenos. Para Borges e Moraes (1998, p. 39) “[...] o processo de aprender também implica seguidamente a superação de conhecimentos prévios ou sua reformulação. Na concretização disso, assume papel essencial a reflexão, que necessariamente deve ser associada à ação experimental”.

No contexto da aula de Ciências, consideramos importante o desenvolvimento da argumentação baseada na apresentação de evidências, já que estas são tipicamente valiosas para a comunidade científica. É preciso observar que diferentes comunidades apresentam diferentes formas de argumentos e que, portanto, o contexto em que um argumento é empregado é fundamental para seu julgamento (CAPECCHI; CARVALHO, 2000, p.3).

Capecchi e Carvalho (2000) ressaltam, em suas pesquisas, a importância do desenvolvimento de habilidades argumentativas a partir da experimentação. Nesse contexto o professor assume o papel de questionador, mediando discussões, a fim de que os alunos participem da elaboração do conhecimento, apresentando suas idéias e defendendo seus argumentos para os resultados obtidos.

Segundo Schroeder (2007, p8):

A física, por tratar de fenômenos básicos da natureza, permite a manipulação independente de materiais em atividades experimentais e a descoberta de soluções próprias a problemas propostos e pode ser, então, um ótimo meio de desenvolver a curiosidade, o espírito crítico e a auto-estima.

Além de desenvolver uma atitude de curiosidade, diante do experimento que manipula e observa, a criança poderá ir tomando consciência dos conhecimentos adquiridos, refletindo sobre suas ações e descobertas, na relação entre o concreto e

o abstrato. Essa percepção eleva a auto-estima e a incentiva para novas investigações.

Após a resolução do problema via experimentação, é realizada uma discussão com toda a classe em que, inicialmente, é solicitado às crianças que contem como resolveram o problema e posteriormente por que aquela foi a melhor solução. Desta forma, elas têm a oportunidade de tomar consciência de suas ações, refletindo sobre as mesmas, chegando a construir explicações causais para o fenômeno estudado (CAPECCHI; CARVALHO, 2000, P.4).

A intervenção do professor nesse processo e das atividades em grupo que privilegiam a comunicação e possibilitam o diálogo entre os sujeitos, também vem a contribuir para a construção cognitiva e alfabetização científica.

Segundo Coelho et al. (2000, p. 4),

[...] acredita-se, assim, que uma metodologia baseada na construção do material experimental favoreça a investigação em nível fenomenológico e técnico dos dispositivos e que as ações de fazer e testar o material incitem o aluno a questionar e investigar os princípios e conceitos envolvidos no experimento a construir um significado pessoal a esse conceito.

Através da apropriação da teoria, para defender as idéias que construiu durante as atividades experimentais, o aluno poderá desenvolver sua capacidade de raciocínio e argumentação, aproximando seu discurso do discurso científico.

### 2.2.3.1 Os Projetos RIPE e IPE

A Rede de Instrumentação para Ensino (RIPE), surgiu em 1992, com pólo central fixado na Universidade de São Paulo (USP), sob coordenação do professor doutor Norberto Cardoso Ferreira<sup>4</sup> com o projeto Experimentoteca-Ludoteca, visando desenvolver pesquisas em ensino de Física, principalmente relacionadas à experimentação com materiais de baixo custo, utilizar a história da Ciência para

---

<sup>4</sup> Graduação em Licenciatura Em Física pela Universidade de São Paulo (1966) , Mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (1980) , doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (1985) e pos-doutorado pela Universite de Paris VII (1988) . Atualmente é Professor colaborador da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Educação , com ênfase em Formação de Professores. Atuando principalmente nos seguintes temas: atividades lúdicas e de baixo custo, atividades experimentais.

fundamentar a pesquisa em instrumentação para o ensino de Física, difundir os resultados dessa pesquisa às escolas, desenvolver programas unificadores entre instrumentação para o ensino e prática de ensino, nos três níveis de formação, Educação básica, ensino Médio e ensino Superior e desenvolver métodos não formais de ensino, difundindo a Ciência das escolas e para o público em geral, com a produção de protótipos experimentais e produção científica dos resultados das pesquisas realizadas.

Este projeto desenvolveu-se em parceria com diversas universidades do Brasil, através de pólos distribuídos na Universidade Federal de Paraíba – Campina Grande, Universidade Estadual de Londrina – Londrina, Universidade Estadual Paulista- Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista- Marília, Universidade Estadual de Maringá – Maringá e Escola Técnica Federal de Goiânia – Goiânia e Pontifícia Universidade Católica – Porto Alegre, com finalidade de proporcionar vivências e subsídios aos professores de Ciências, em especial a professores de Física, com ênfase principal às atividades experimentais, respeitando as necessidades e particularidades regionais. Contempla diversas populações que vão desde professores da Educação Básica, Educação Fundamental atingindo, também, a Educação Superior. Através do ensino não formal, o projeto visa levar a Ciência à escola, como uma forma prática, de fácil compreensão e comprometida, através da construção, descrição, procedimentos de montagem e estudo de dispositivos experimentais, pois muitas vezes o material que o professor necessita em suas aulas, pode ser produzido por ele mesmo ou por seus próprios alunos, atendendo melhor suas necessidades.

O projeto Instrumentação para Ensino (IPE), constituído em 1996, como um dos pólos do projeto RIPE, sob coordenação da professora doutora Suzana Maria Coelho<sup>5</sup>, vem sendo desenvolvido e divulgado principalmente através de oficinas pedagógicas, destinadas a professores do Ensino Médio e Fundamental e a estudantes universitários e aplicado por professores de Física e Ciências em escolas da rede pública e privada.

Este projeto tem como objetivo a pesquisa de materiais instrucionais através da construção e teste de dispositivos experimentais, utilizando material de baixo custo,

---

<sup>5</sup> Dra. em Didactique des Disciplines – Université de Paris VII ; Profa. do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PUCRS; Profa. da Faculdade de Física – PUCRS

e de sua exploração didática, assim como da elaboração de textos, fundamentando a pesquisa na História das Ciências e desenvolvendo-a através de oficinas pedagógicas, em projetos de pesquisa, em disciplinas de cursos da Graduação e no Mestrado em Educação em Ciências e Matemática.

Tanto o projeto Rede de Instrumentação para Pesquisa (RIPE) quanto o projeto Instrumentação para a Pesquisa (IPE) foram de fundamental importância neste trabalho, pois possibilitaram o aproveitamento de seus pressupostos metodológicos e instrumentais, desenvolvidos através de materiais instrucionais e dispositivos experimentais, utilizados no contexto das oficinas pedagógicas realizadas nesta pesquisa.

### 2.3 ALFABETIZAÇÃO TECNOLÓGICA DO PROFESSOR

Visto que as tecnologias fazem parte do cotidiano, acompanhando quase que continuamente a vida moderna, a escola também passa a usufruir desses novos recursos, aplicando-os como recurso auxiliar de ensino e facilitador de aprendizagem. A tecnologia educacional não se limita à utilização dos meios e, necessariamente, depende da ação do professor, o qual fará a mediação entre o recurso, o aluno e a aprendizagem, visando aproveitar esse instrumento para auxiliar a educação, facilitando a aprendizagem do aluno.

A verdadeira incógnita é saber se os professores irão apossar-se das tecnologias como um auxílio ao ensino, para dar aulas cada vez mais bem ilustradas por apresentações multimídia, ou para *mudar de paradigma* e concentrar-se na criação, na gestão e na regulação de situações de aprendizagem (PERRENOUD, 2000, p.139).

O desafio, neste contexto, refere-se a resistência do professor para apropriar-se do novo. Percebe-se que o professor ainda manifesta receio e certa aversão ao que se trata de utilizar a informática com um complemento a sua prática em sala de aula.

Segundo Freire e Prado (2000, p.8):

Temos acompanhando diferentes professores em diversas escolas com propostas pedagógicas próprias e constatamos que a integração do computador nas atividades de sala de aula ainda é uma questão polêmica. Várias têm sido as tentativas no sentido de evitar o paralelismo entre os dois trabalhos: o da sala de aula e o do laboratório de computadores.

Quando passa a conhecer e dominar essas ferramentas, o professor supera seus medos e passa a explorar pedagogicamente as tecnologias em suas aulas. Porém, constantemente necessitará buscar informações e atualizar-se, devido à rapidez com que essas novidades tecnológicas surgem na atualidade, transformando-se em desafios para sua prática.

Segundo Carvalho e Melo ([2003?]):

Decisivamente as ações pedagógicas estão sofrendo uma alteração singular: se antes o professor se comunicava utilizando-se apenas de símbolos verbais, mídia verbal, apenas como orador, agora ele passava a incorporar uma nova forma de comunicação, mais abrangente, que incluía símbolos visuais, facilitando a comunicação e enriquecendo os processos educacionais.

Quando um recurso é aplicado de forma adequada, pode vir a contribuir significativamente para um melhor aproveitamento das aulas, beneficiando, com isso, os processo de ensino e de aprendizagem. Cabe ao professor, portanto, manter-se atualizado e com olhar atento às ferramentas de que dispõe, a fim de conhecer, reconhecer e utilizar os recursos mais adequados e que melhor atendam às necessidades dos alunos, facilitando a aprendizagem. Diante disto, afirmam Sampaio e Leite (1999):

O conceito de alfabetização tecnológica do professor envolve o domínio contínuo e crescente das tecnologias que estão na escola e na sociedade, mediante o relacionamento crítico com elas. Este domínio se traduz na percepção do papel das tecnologias na organização do mundo atual – no que se refere a aspectos locais e globais – e na capacidade do professor em lidar com essas diversas tecnologias, interpretando sua linguagem e criando novas formas de expressão, além de distinguir como, quando e por que são importantes e devem ser utilizadas no processo educativo (SAMPAIO; LEITE, 1999, p.100).

É de grande importância que os educadores conheçam de forma global os recursos tecnológicos existentes, com a finalidade de integrá-los ao processo educacional, explorando assim, os potenciais da comunicação na educação. Através do auxílio da tecnologia educacional, o educador passa a exercer importante papel

no desenvolvimento cognitivo de seus alunos, quando atua como orientador e mediador no processo de aquisição e formação do conhecimento.

Segundo Perrenoud (2000, p.139):

As novas tecnologias podem reforçar a contribuição dos trabalhos pedagógicos e didáticos contemporâneos, pois permitem que sejam criadas situações de aprendizagem ricas, complexas, diversificadas, por meio de uma divisão de trabalho que não faz mais com que todo o investimento repouse sobre o professor, uma vez que tanto a informação quanto a dimensão interativa são assumidas pelos produtores dos instrumentos.

Não se trata de gerar uma dimensão interativa para dar continuidade à prática de um ensino tradicional baseada em paradigmas que não mais respondem às perguntas que surgem no mundo atual, mas de utilizá-lo como meio de desenvolvimento para a construção de uma aprendizagem mais ampla, reflexiva, questionadora e consciente. Para Perrenoud (2000, p.138):

Os professores que sabem o que as novidades tecnológicas aportam, bem como seus perigos e limites, podem decidir com conhecimento de causa, dar-lhes um amplo espaço em sua classe, ou utilizá-las de modo bastante marginal.

A utilização das tecnologias na educação pressupõe freqüentes reflexões feitas não só por educadores, mas também por toda a sociedade, que preocupa-se com a maneira com a qual esses recursos são aproveitados em benefício cultural. Disto decorre a necessidade da alfabetização tecnológica do professor, que como afirmam Sampaio e Leite (1999, p.15):

Urge que a escola e seus profissionais se apropriem do conhecimento sobre estas tecnologias: tanto daquelas mais comumente ligadas à comunicação de massa (jornal, rádio, televisão, etc.) quanto das que já se convencionou usar na educação (gravador, slides, toca-discos, etc.), ou ainda das tecnologias que servem a variados fins e que podem, na medida do possível, ser utilizadas pedagogicamente.

As tecnologias podem possibilitar novas estratégias de ensino, propiciando o desenvolvimento de aprendizagem do aluno, através de espaço para exploração, pensamento e criação, valorizando-o como sujeito participante do processo educativo.

### 2.3.1 A Informática Educativa como Recurso de Aprendizagem nas Séries Iniciais

Uma nova visão de mundo vem rompendo paradigmas, relações e formas de agir e estar em sociedade. Com isso, começam a surgir novas possibilidades de desenvolvimento social, cultural e cognitivo das crianças no horizonte da civilização contemporânea mediada tecnologicamente. Conforme Weiss (2001, p.17):

Vivenciamos hoje, uma inegável “ebulição” da informática educativa, num processo crescente e contraditório, como não poderia deixar de ser, de apropriação desta ferramenta, com deslumbramentos, frustrações, ganância, progressos e reestruturações.

A expansão dos recursos tecnológicos e sua crescente utilização fizeram com que os computadores chegassem, também, às escolas e, com isso, provocando discussões que dizem respeito à forma como esses recursos são utilizados e, também, quanto à necessidade e contribuições destes para a aprendizagem.

Segundo Freire e Prado (2000, p. 7):

O que temos constatado é que o computador provoca um "re-arranjo" na dinâmica de trabalho: as pessoas se envolvem em ações coletivas que estabelecem novas funções, relações e conhecimentos. Faz-se necessário buscar um sentido educacional para a utilização do computador integrando-o à prática pedagógica. Isto gera novas reflexões e abre possibilidades inusitadas no processo educativo.

A utilização do computador como complemento às atividades desenvolvidas em sala de aula exige o envolvimento e mediação do professor, a fim de que essa atividade possa desenvolver-se de maneira saudável e proveitosa, oportunizando situações onde a criança seja desafiada e estimulada a pensar.

Para Perrenoud (2000, p.133):

Essa evolução é positiva, no sentido de que torna tais instrumentos acessíveis a crianças muito pequenas. [...] Ajudam a construir conhecimentos ou competências porque tornam acessíveis operações ou manipulações impossíveis ou muito desencorajadoras se reduzidas ao papel e lápis.

Desta forma, não apenas a utilização do computador, mas a aplicação da Informática Educativa, vem a contribuir para a formação de crianças mais criativas,

construindo uma personalidade mais autônoma, tendo a oportunidade de desenvolver-se cognitivamente, experimentando, descobrindo, inventando e refletindo sobre suas habilidades. Conforme Perrenoud (2000, p.134):

No âmbito escolar, tem-se, além disso, a liberdade de *deslocá-lo* parcialmente de seu uso intensivo, para proporcionar o trabalho em dupla com um só computador, a verbalização de suas hipóteses, suas operações, para administrar o processo em conjunto. Tudo isso nada tem de mágico e exige um trabalho considerável de concepção, organização e de acompanhamento, sem falar dos equipamentos e dos problemas materiais.

Além de reconhecer seus próprios limites e possibilidades, a criança passa a respeitar as diferenças e auxiliar os demais na realização das atividades, valorizando o trabalho em equipe e evitando o individualismo. Freire e Prado (2000, p. 8) consideram o computador, “[...] uma ferramenta educacional que potencializa a articulação de conhecimentos de áreas diversas e promove o trabalho intra e inter-social”.

A utilização do computador poderá permitir que a criança desenvolva o raciocínio e a capacidade de abstrair respostas mais complexas de maneira lúdica, criativa e atraente. Cabe ao professor refletir e retomar a questão da ludicidade e da contribuição da informática para o pensamento da criança, no processo de construção de conceitos mais amplos e significativos, selecionando a metodologia, atividades e programas mais adequados para cada situação.

Segundo Falkemback (2005, p.1-2):

Os materiais educativos digitais são recursos que podem ser desde pequenas atividades realizadas via computador ou ainda livros eletrônicos, jogos, simulações, histórias em quadrinhos ou desafios propostos aos alunos. [...] cabe ao professor fazer um planejamento prévio, saber selecionar as unidades a serem trabalhadas, de forma contextualizada e utilizá-las em sua prática pedagógica, observando e intervindo nas interações entre os alunos e deles com o material no desenrolar do trabalho, oportunizando a descoberta e a exploração.

Neste contexto, enquadra-se a utilização da informática, com criação de materiais educativos digitais como instrumento de aprendizagem, utilizando-se outros programas de autoria para permitam o desenvolvimento de atividades e jogos que possibilitem maior liberdade e exploração do raciocínio, favorecendo entre as crianças a solidariedade e a empatia e podendo introduzir, através do compartilhamento de atividades, novas aprendizagens para o grupo.



Para Falkemback (2005, p.1):

Sabe-se da importância do computador na Educação como agente transformador e a importância do software educacional como co-responsável dessa transformação auxiliando no processo de ensino e aprendizagem. E como consequência vale ressaltar a importância da concepção e desenvolvimento de softwares educacionais como instrumentos potencializadores da aprendizagem em que a reciclagem de informações transforma os velhos paradigmas da Educação, possibilitando práticas pedagógicas inovadoras.

Atividades lúdicas, desenvolvidas no computador, podem possibilitar às crianças adquirir iniciativa, agir de modo independente, formular hipóteses, tornando-se melhores preparadas para superar as dificuldades com as quais irão se defrontar (VALENTE, 1993; PRADO; VALENTE, 2002).

Para Papert (1994, p. 161):

A oportunidade para a fantasia abre a porta para um sentimento de intimidade com o trabalho e proporciona um vislumbre de como o lado emocional poderia ser muito diferente do que é na tradicional Escola. A fantasia sempre foi encorajada em boas aulas de escrita criativa e aulas de artes. Excluí-la da ciência é uma negligência tola de uma oportunidade para desenvolver vinculação entre criança e ciência.

Essa experiência permite que elas percebam seu progresso, sintam-se confiantes, autônomas e criativas. Desenvolvendo suas atividades no computador a criança constrói o seu saber, aprende a respeitar o outro, desenvolve o sentimento de grupo, ativa a imaginação e se auto-realiza (PAPERT, 1994).

Segundo Valente (1993, p.12):

Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado através do fazer, do "colocar a mão na massa". Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa.

Retomadas são necessárias para que as crianças reflitam sobre suas ações e possam, assim, aprimorar sua aprendizagem, complexificando seus conhecimentos. As situações propostas por meio do computador, apresentadas de maneira dinâmica, agradável, diversificando materiais e propostas, podem permitir que as atividades tornem-se mais atraentes e desafiadoras para as crianças.

Conforme Falkembach (2005, p.1):

Os recursos oferecidos pelas tecnologias digitais possibilitam criar materiais educativos que podem estimular o aprendiz tornando-o um cúmplice do processo de aprendizagem e engajando-o no processo do seu desenvolvimento.

A utilização da Informática Educativa nas séries iniciais implica em inquietude, pois o aprimoramento das capacidades cognitivas se ampliam através de um ambiente estimulador e isso exigirá maior conhecimento e atenção do professor, para a seleção e utilização de metodologias mais adequadas ao ensino e aprendizagem de Ciências. “Não basta que o professor aprenda a utilizar o computador. É necessário retirar do uso do computador aquilo que interessa aos seus objetivos educacionais” (FREIRE; PRADO, 2000, p. 9).

Falkembach (2005, p.2) aponta que:

Para que um *software* educativo cumpra sua finalidade é preciso que o professor saiba selecionar e planejar os materiais utilizados em sala de aula e melhor ainda se ele for capaz de desenvolver seu próprio material.

O uso de efeitos, de imagens e de cores, também pode dar um outro significado à produção das crianças, proporcionando uma aprendizagem mais rica, criativa e significativa e respeitando suas construções individuais e ritmos diferenciados.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nesta pesquisa optou-se por uma abordagem metodológica qualitativa, considerando-se o estudo de caso etnográfico como estratégia de pesquisa. Para Minayo (1988, p.22), “a abordagem qualitativa aprofunda-se no mundo dos significados das ações e das relações humanas, um lado não perceptível e não captável em equações, médias e estatísticas”. André (2005) complementa a importância das relações humanas em estudos qualitativos, acrescentando a utilização do termo ‘etnografia’ como uma técnica específica desenvolvida nessa abordagem de pesquisa. Segundo o autor, estudos antropológicos consideram que o termo etnografia, em seu sentido etimológico, compreende duas características básicas:

[...](1) um conjunto de técnicas para coletar dados sobre os valores, os hábitos, as crenças, as práticas e os comportamentos de um grupo social e (2) um relato escrito resultante do emprego dessas técnicas (ANDRÉ, 2005, p.25).

Atualmente, alguns preceitos da etnografia são aplicados em estudos de processos educativos, denominando-se estudos do tipo etnográfico, uma vez que utilizam elementos característicos da etnografia, adaptando-os à educação. Neste estudo, analisou-se um grupo de futuros professores com interesses singulares e características particulares, coletando-se os dados a partir da técnica de observação participante e aplicação do princípio do estranhamento (ANDRÉ, 2005).

Segundo pressupostos da etnografia, na observação participante há interação do pesquisador com os sujeitos da pesquisa, enfatizando-se mais o processo do que o produto, e, ao mesmo tempo, segundo ao princípio do estranhamento, mantém-se certo recuo do pesquisador em relação aos participantes e a situação estudada, o que permite compreender e retratar melhor a perspectiva dos sujeitos da pesquisa nesse contexto. Conforme Lüdke e André (1986), pode-se ressaltar, ainda, a atitude do pesquisador, constantemente atenta a novos elementos que podem surgir durante o estudo, considerando-se o fato de que o conhecimento

não é algo acabado, mas um permanente processo de construção.

### 3.2 FASE EXPLORATÓRIA

Este trabalho foi organizado e realizado dentro de um grupo de pesquisa<sup>6</sup>, contando com a colaboração de uma bolsista de iniciação científica e de um doutorando em Gerontologia Biomédica.

Na etapa exploratória, ocorreram leituras de textos e artigos referentes ao estudo da eletricidade estática, bem como a construção e teste de dispositivos experimentais eletrostáticos disponibilizados pelo projeto IPE, utilizando-se materiais de baixo custo nesses processos. Analisaram-se, também, fotografias e produções orais de sujeitos que participaram de trabalhos com a mesma temática da pesquisa atual. Além disso, estudaram-se noções de circuitos elétricos, analisando-se simulações e jogos desenvolvidos virtualmente no projeto RIPE. As discussões e reflexões do grupo buscavam relacionar teoria e prática, debatendo-se conceitos e fenômenos envolvidos no funcionamento dos dispositivos e investigando situações em que poderiam ser observados tais fenômenos. Por minha formação acadêmica ser em Pedagogia, houve necessidade de revisão e aprofundamento de meus conhecimentos em Física.

Estudaram-se, ainda, possibilidades metodológicas a serem desenvolvidas na proposta, sob enfoque construtivista. Optou-se por organizar oficinas pedagógicas, construindo seu planejamento em conjunto com os sujeitos da pesquisa, de forma flexível, e elaborada a partir de seus interesses e necessidades.

### 3.3 PERFIL DOS SUJEITOS

A divulgação da proposta de oficinas pedagógicas (**APÊNDICE A**) “Novas Metodologias para o Ensino Experimental nas Séries Iniciais do Ensino

---

<sup>6</sup> Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências – GPDC/ FAFIS/ PUCRS – Coordenação: Profa. Dra. Suzana Maria Coelho.

Fundamental: Explorando didaticamente o campo da eletricidade, utilizando materiais de baixo custo e o computador como recursos nas aulas de Ciências”, como curso de extensão gratuito para formação continuada docente, destinada a professores de terceiras séries do Ensino Fundamental, de escolas públicas e privadas do Estado do Rio Grande do Sul, ocorreu através do portal da universidade, de alguns meios de comunicação escrita (jornal Zero Hora e jornal Correio do Povo), de visitas, de contato por correio eletrônico e de telefonemas abrangendo, aproximadamente, trinta e cinco escolas da rede pública e privada de Porto Alegre.

Apesar dessa ampla divulgação, disponibilizando-se doze vagas para o curso, não houve inscrições desse público para as oficinas. Oito indivíduos, interessados em desenvolver atividades pedagógicas nas séries iniciais, efetuaram as inscrições: quatro estudantes do terceiro nível do curso de Pedagogia, uma professora de Educação Infantil, uma professora licenciada em Física, uma estudante do curso de Física e um estudante do curso de História, os quais informaram ter tido conhecimento do curso pelo portal da PUCRS. A tabela abaixo ilustra o perfil dos sujeitos.

<b>NOME</b>	<b>ESCOLARIDADE</b>	<b>ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
Sujeito A	Técnico em Administração de Empresas	Área Administrativa (setor médico)	Estudante de Pedagogia
Sujeito B	Técnico em Contabilidade	Professora de Educação Infantil	Estudante de Pedagogia
Sujeito C	Técnico em Contabilidade	Área comercial	Estudante de Pedagogia
Sujeito D	Técnico em Contabilidade e Técnico em Informática	Área Administrativa (setor médico)	Estudante de Pedagogia
Sujeito E	Graduação em Física	Professora de Física e Matemática	*****
Sujeito F	Técnico em Enfermagem	Técnica Enfermagem	Estudante de Física
Sujeito G	Técnico em Contabilidade	*****	Estudante de História
Sujeito H	Curso Normal	Professora de Educação Infantil	*****

Quadro 1 - Perfil dos sujeitos da pesquisa.

Fonte: A autora.

A idéia do trabalho ser desenvolvido com indivíduos provenientes de distintas áreas de formação diferiu da intenção inicial do projeto, entretanto, considerou-se este aspecto positivo, pois a interação entre os sujeitos poderia propiciar uma forma mais construtiva e enriquecedora de compartilhamento de experiências no grupo. Outro aspecto considerado vantajoso nesta nova constituição dos sujeitos da pesquisa, relacionou-se à presença de um estudante de história no grupo, o que poderia possibilitar novos questionamentos e esclarecimentos referentes à história da eletricidade.

A partir do levantamento do perfil dos participantes foi possível constatar diferentes níveis de conhecimentos em Física no grupo. Considerou-se nível elementar de conhecimento quando os participantes estudaram os conteúdos de Física somente no Ensino Médio sem aprofundamentos, nível médio correspondeu aos sujeitos que fizeram curso técnico com maior ênfase em conteúdos de Física e/ou atividades experimentais e, por fim, nível Superior aos alunos graduados ou graduandos em Física. Essa classificação será referida posteriormente, na análise e discussão dos resultados da pesquisa.

### 3.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

Oficinas constituíram o contexto para a coleta de dados da pesquisa, ocorridas em encontros semanais de duas horas e meia, totalizando uma carga horária de cinquenta horas.

Os encontros foram gravados em fita cassete, a fim de se manterem os registros de falas dos participantes e intervenções dos pesquisadores, esse tendo sido um dos principais instrumentos de coleta de dados para posterior transcrição e análise de seu conteúdo.

Também foram consideradas produções escritas dos participantes, como registros em diários e outros documentos como questionários e relatórios (**APÊNDICE D**), além de registros fotográficos (**APÊNDICE G**) das atividades realizadas nas oficinas.

### 3.5 AS OFICINAS

As oficinas tiveram por objetivo criar um espaço para reflexão e construção de novas metodologias, envolvendo atividades experimentais com materiais de baixo custo e a elaboração de um software para o ensino de Ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Ao iniciar a proposta, após a aplicação de um questionário de sondagem, os pesquisadores apresentaram, aos participantes, os objetivos gerais do curso, sugerindo diversos dispositivos que poderiam ser estudados, a partir de temáticas relacionadas à Eletricidade Estática e o estudo de Circuitos Elétricos. Essas sugestões foram aceitas pelos participantes, que optaram por ter como eixo principal das oficinas a introdução ao estudo da Eletricidade Estática, estudando e compreendendo como ocorrem os fenômenos elétricos atmosféricos.

Definiu-se, conjuntamente com os participantes, o tema “Raios, Relâmpagos e Trovões” visando à elaboração de uma unidade didática, uma vez que esses fenômenos fazem parte do cotidiano, despertando curiosidade e interesse nas crianças e, algumas vezes, sendo pouco compreendidos pelos professores. Nesse sentido, também se objetivou que, os futuros professores, além de estudar, reconhecer e compreender os fenômenos atmosféricos eletrostáticos em questão, pudessem conscientizar as crianças sobre algumas medidas de segurança e proteção em dias de tempestades.

A seleção dos dispositivos a serem explorados e as reflexões sobre possibilidades didáticas de sua utilização também ocorreram em conjunto, adotando-se como critério que os dispositivos escolhidos pudessem atender aos interesses e necessidades dos alunos em sua futura ação docente. O planejamento foi organizado considerando-se o interesse dos participantes, a partir das temáticas selecionadas e das necessidades que surgiram no decorrer dos encontros.

A não-linearidade na apresentação dos conteúdos e a flexibilidade no planejamento visaram oportunizar segurança, autonomia e liberdade de expressão nos sujeitos. Os participantes poderiam expressar suas dúvidas, curiosidades e trazer assuntos de seu interesse, fazendo retomadas e relações com assuntos estudados ou não, no decorrer do planejamento.

A mediação dos pesquisadores e entre os próprios sujeitos da pesquisa ocorreu ao longo de todo o processo e o espaço para a comunicação em grupo foi

viabilizado de maneira a proporcionar a confrontação das idéias, intervenções e mediações dos próprios sujeitos e dos pesquisadores, quando necessárias. As oficinas foram divididas em duas etapas, experimental e virtual, destacando-se, no contexto geral desse estudo, a importância da investigação, envolvendo observações, teste de hipóteses e relação entre teoria e prática, vivenciando-se atividades experimentais e seu reflexo na construção de um software educativo.

O contexto de oficinas pedagógicas possibilitou aos sujeitos conhecer metodologias de ensino e refletir sobre alternativas para a utilização de recursos auxiliares à prática docente, propiciadas em vivências com situações de aprendizagens experimentais, através do diálogo, da pesquisa em sala de aula e da utilização do computador na educação.

### **3.5.1 Sondagem Inicial**

No primeiro encontro, aplicou-se um questionário de sondagem (**APÊNDICE B**), composto por quinze questões compreendendo dados referentes à identificação, formação do sujeito e conhecimentos específicos em Física e informática educativa. No segundo encontro, realizou-se uma entrevista coletiva com os sujeitos, na tentativa de esclarecimento das questões que não haviam sido respondidas ou que obtiveram respostas resumidas e/ou de difícil compreensão.

### **3.5.2 Etapa Experimental**

A etapa experimental desenvolveu-se durante os doze encontros iniciais das oficinas, durante a qual os sujeitos desenvolveram metodologias experimentais, a partir da construção e exploração de dispositivos eletrostáticos, disponibilizados pelo projeto IPE, utilizando, materiais de baixo custo para sua execução, interpretando os fenômenos observados e estudando os conceitos envolvidos através de debates, pesquisas bibliográficas e leituras críticas de livros, textos, artigos e sites (**APÊNDICE E**). Para facilitar o processo de construção dos dispositivos, os



participantes observaram e receberam folhetos instrucionais dos protótipos **(APÊNDICE C)**, ambos elaborados no projeto IPE.

Os trabalhos foram realizados em pequenos grupos, oportunizando momentos de criação e teste de hipóteses, reflexão, interação, argumentação e pesquisa sobre os dispositivos construídos, solicitando-se, em cada encontro, que os participantes elaborassem uma reflexão escrita, sobre suas impressões, questionamentos, dúvidas, curiosidades e aprendizagens.

Ocorreram, também, momentos de socialização, em grande grupo, estimulando-se o confronto de idéias, compartilhamento de experiências e discussões sobre as possíveis contribuições das atividades desenvolvidas para o ensino de Ciências nas séries iniciais.

### 3.5.2.1 Dispositivos Eletrostáticos Estudados e Desenvolvimento das Atividades

Os dispositivos escolhidos para esse estudo foram: Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos, Eletróforo de Volta, Máquina de Nairne, Dispositivos para estudar o Poder das Pontas, a Gaiola de Faraday (sistema de Blindagem) e a Garrafa de Leyden (fabricando faíscas)<sup>7</sup>. Esses dispositivos foram utilizados com o objetivo de se estudar e compreender os processos de eletrização, que podem ocorrer por atrito, contato ou indução, bem como, noções de materiais isolantes e condutores, envolvendo o conceito de carga elétrica. Além disso, os demais protótipos foram apresentados e construídos visando estudar como ocorre uma descarga elétrica, noções de campo elétrico e diferença de potencial elétrico

A escolha desses dispositivos está relacionada ao desenvolvimento da unidade didática, uma vez que esses estudos permitiriam a compreensão da eletrização das nuvens, das descargas elétricas e das medidas de proteção contra os mesmos, permitindo a compreensão dos fenômenos dos raios, relâmpagos e trovões.

---

<sup>7</sup> Os protótipos selecionados permitem a utilização e exploração de fenômenos eletrostáticos em diferentes níveis de escolaridade, desde a formação inicial da Educação Básica até o nível de Educação Superior, com diferenciação apenas em grau de aprofundamento e complexidade dos conceitos envolvidos, como pode ser constatado em outras pesquisas (COELHO; NUNES; WIEHE, 2008), com metodologia semelhante à deste trabalho.

A seguir, descrevem-se os dispositivos estudados e a maneira como foram planejadas, organizadas e desenvolvidas as atividades, nas oficinas.

### **3.5.2.1.1 Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos**

A partir de uma discussão em grande grupo introduziu-se a temática dos Pêndulos e Eletroscópios Lúdicos com questionamentos do tipo “O que é um eletroscópio?” e “Para que serve um eletroscópio?”. Os participantes expressaram livremente suas idéias, na tentativa de formular hipóteses a respeito dos questionamentos iniciais. Esse estudo desenvolveu-se nos primeiros cinco encontros, sendo o mais prolongado das oficinas, uma vez que exigiu diversas retomadas devido ao fato de a maioria dos participantes possuírem conhecimentos elementares em Física e essa temática ser fundamental para a aprendizagem de conceitos básicos necessários à compreensão de fenômenos eletrostáticos envolvidos em descargas elétricas atmosféricas.

Organizou-se a turma em dois grupos, a fim de dar início às atividades de construção e exploração conceitual e didática dos Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos. Procurou-se organizar os grupos de maneira que cada um tivesse como componente, uma participante com conhecimentos superiores em Física. Com isso, teve-se a intenção de promover interação entre sujeitos com níveis de conhecimento diferentes. Os demais participantes organizaram-se nos grupos, por afinidade.

Três modelos de Pêndulos foram utilizados durante a realização desta atividade, o Pêndulo Simples, o Pêndulo Duplo com Discos Metálicos, o Pêndulo Duplo com Canudos e dois modelos de Eletroscópios Lúdicos, a boneca e o cowboy. Com essa atividade, os participantes puderam investigar os processos de eletrização por atrito, por contato e por indução, bem como os fenômenos de atração e repulsão elétricas, construindo e testando seus próprios protótipos. Ao final desse encontro, sugeriu-se a leitura de um livro sobre a história da eletricidade estática e sugeriu-se a construção de outros eletroscópios, com materiais de baixo custo, visando a investigação dos fenômenos observados.

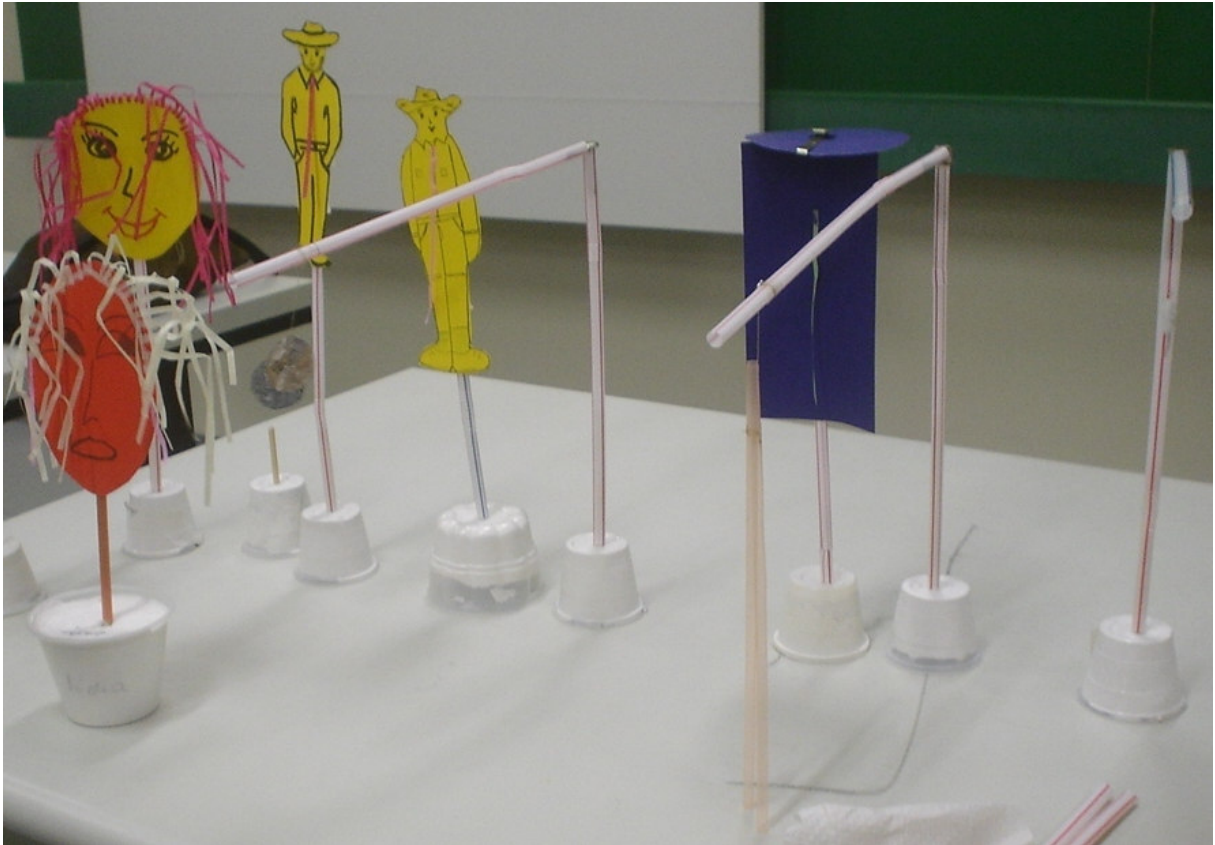


Figura 1 – Dispositivos “Pêndulos Eletrostáticos” e “Eletroscópios Lúdicos”.  
Fonte: Projeto IPE.

No segundo encontro, os dispositivos construídos no encontro anterior foram retomados, verificando-se as tentativas realizadas para a construção sugerida de outros protótipos. Discutiram-se, também, as idéias do texto fornecido e, partir disso, solicitou-se a elaboração de questões, em duplas, sem que houvesse preocupação em respondê-las, sobre as observações realizadas anteriormente. Com esta atividade, investigaram-se concepções prévias dos participantes, analisando-se quais hipóteses surgiriam nesse contexto.

No terceiro encontro, em grande grupo, houve o compartilhamento e discussão das questões formuladas. Após o debate, sugeriu-se que os participantes voltassem às duplas e reformulassem suas questões, tentando respondê-las. As duplas fizeram registros de algumas questões em seus diários, enquanto tentavam reorganizar suas idéias.

No quarto encontro, a partir do compartilhamento das questões e debate sobre as respostas, decidiu-se, em conjunto, reformular as questões agrupando-as por temáticas e idéias repetidas, visando elaborar um único questionário sobre o tema Pêndulos e Eletroscópios Lúdicos. Todos indicaram sugestões para melhorias

na estruturação das frases, para facilitar a compreensão das questões. Essa atividade resultou em um questionário com nove perguntas que cada sujeito tentaria responder, com base nos materiais disponibilizados pelas pesquisadoras e em pesquisas bibliográficas ou pesquisas na internet. Solicitou-se, ao final desse encontro, uma reflexão individual sobre a experiência vivenciada.

Ao apresentarem as respostas das nove questões, no quinto encontro, alguns participantes trouxeram novas pesquisas e artigos sobre o assunto. Essa atitude desencadeou um momento de retomada de dúvidas a respeito do funcionamento dos dispositivos e dos fenômenos físicos envolvidos na construção dos mesmos, havendo novas discussões sobre as questões. Leituras foram sugeridas e solicitou-se uma atividade de pesquisa sobre eletroscópios, Eletróforo de Volta e lâmpada de néon, dando-se início a uma nova temática a ser estudada.

#### **3.5.2.1.2 Eletróforo de Volta**

Retomando as reflexões sobre pêndulos e eletroscópios e as pesquisas feitas sobre essa temática sugeriu-se, aos participantes, que confrontassem suas idéias prévias com as respostas das nove questões elaboradas e respondidas. Essa atividade visava relacionar os conhecimentos prévios com os conhecimentos científicos pesquisados, a fim de promover uma tomada de consciência sobre a importância da relação entre teoria e prática para a construção do conhecimento por parte dos sujeitos.

Os participantes apresentaram suas respostas e discutiram suas hipóteses, refletindo sobre questões referentes à interação entre cargas de mesmo sinal e sinal contrário, materiais isolantes e condutores e os processos de eletrização. Os pesquisadores solicitaram a apresentação dos resultados obtidos nas pesquisas sobre o Eletróforo de Volta, introduzindo, assim, a história das Máquinas Eletrostáticas, que seria estudada posteriormente.

A partir disso, solicitou-se que os participantes construíssem o dispositivo e tentassem elaborar uma explicação sobre o seu funcionamento. O Eletróforo de Volta é um dispositivo eletrostático que serve para armazenar cargas elétricas e, historicamente, permitiu a compreensão do funcionamento das máquinas eletrostáticas por indução.

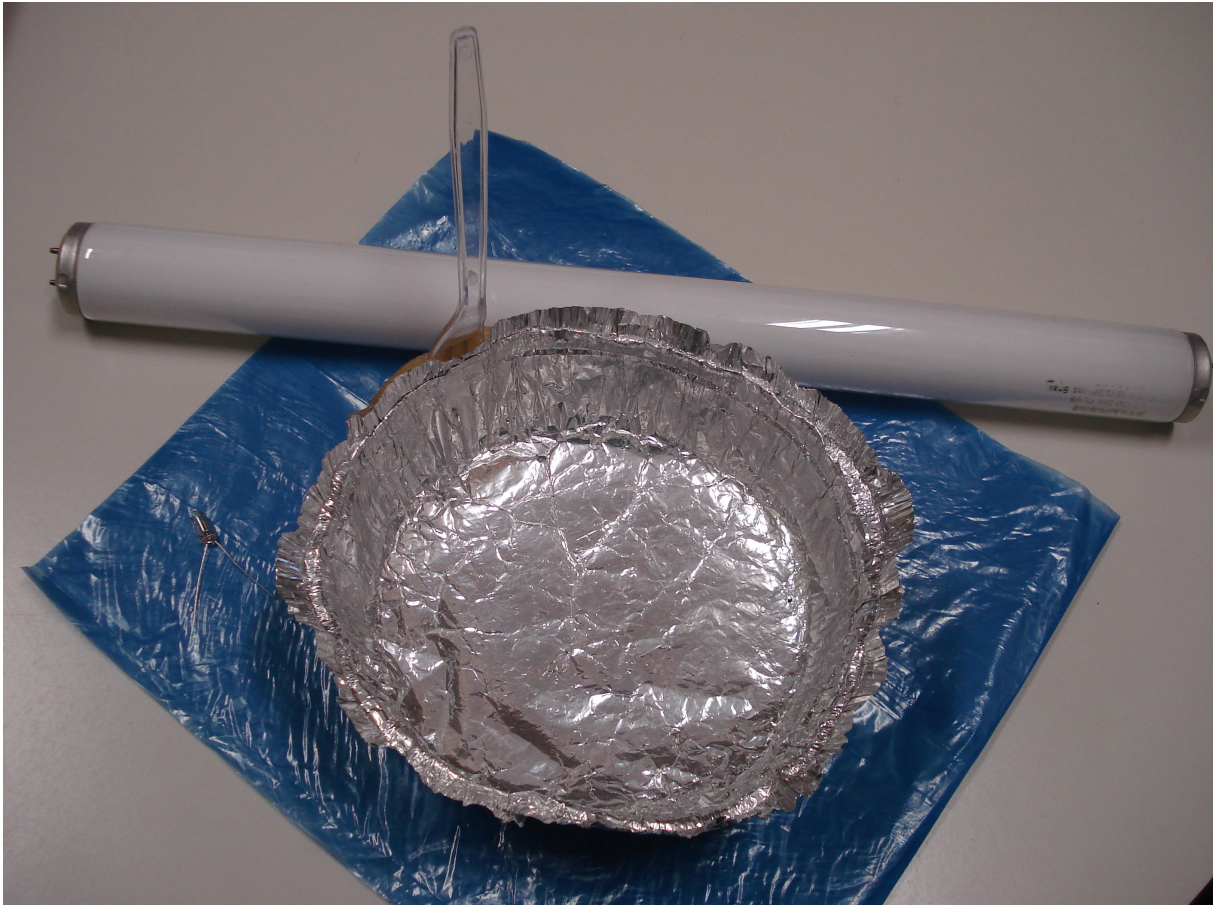


Figura 2 – Dispositivo “Eletróforo de Volta”, Lâmpada Fluorescente e Lâmpada de Néon.  
Fonte: Projeto IPE.

A construção e teste do Eletróforo de Volta ocorreu a partir das explicações e da observação do funcionamento do protótipo, utilizando-se, também, uma lâmpada de néon nessas investigações.

Esse experimento possibilitou o estudo das possibilidades de eletrização de metais por indução, observada na descarga elétrica da lâmpada de néon, o fenômeno de emissão de luz. Ao final do encontro, os participantes receberam um artigo sobre o Eletróforo de Volta.



### 3.5.2.1.3 Máquina de Nairne

Introduziu-se o estudo sobre a Máquina de Nairne, em um encontro, com a apresentação de slides e lâminas sobre a história das Máquinas Eletrostáticas. Foram ilustradas as primeiras máquinas eletrostáticas e seus criadores, discutindo-se os princípios físicos envolvidos em seu funcionamento e o contexto histórico da época.

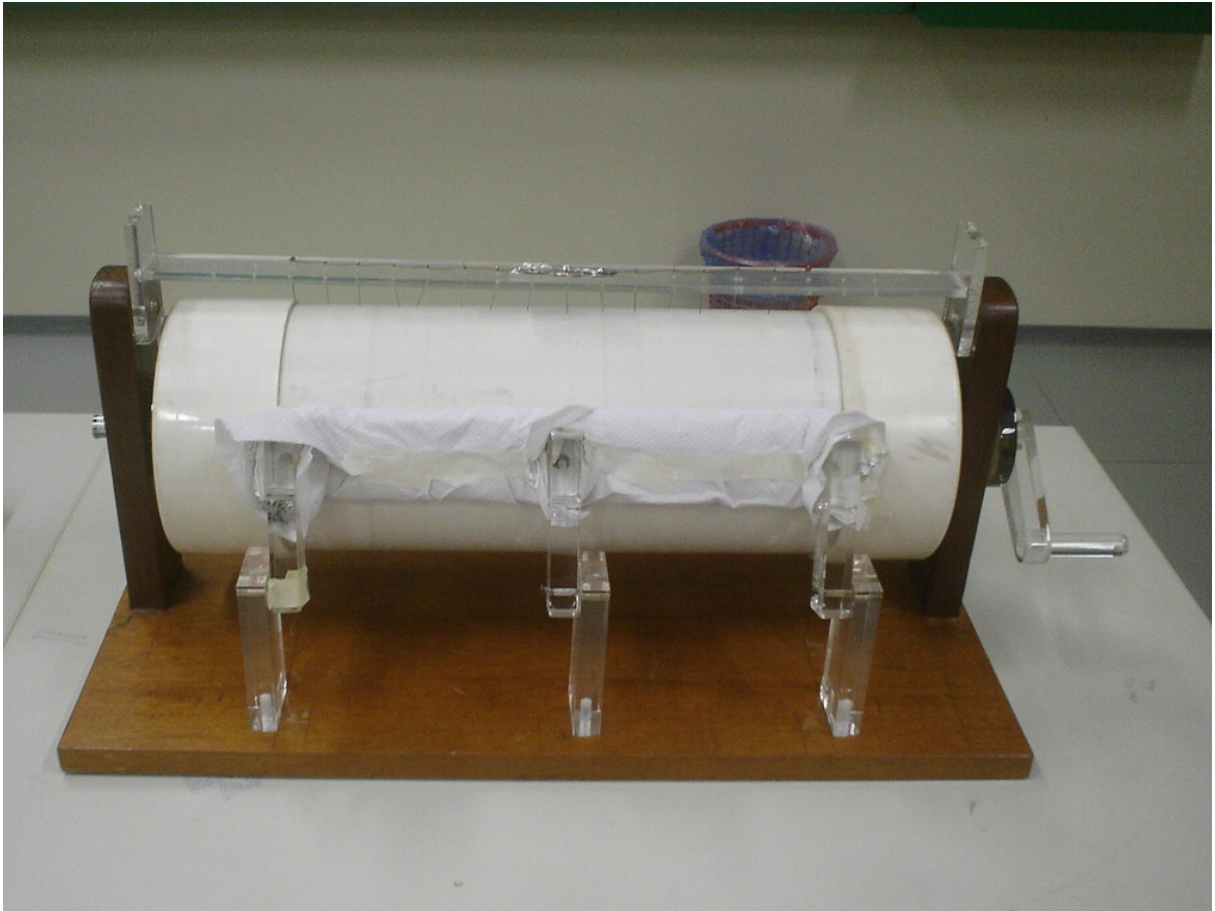


Figura 3 – Máquina de Nairne.  
Fonte: Projeto IPE.

A máquina foi utilizada no contexto da oficina como outra maneira de se gerar eletricidade estática, através da eletrização de um cilindro de pvc, por meio de uma manivela, provocando descargas elétricas. Retomou-se a discussão sobre o Eletróforo de Volta, discutindo-se sobre sua importância, na época, para a compreensão do funcionamento das máquinas eletrostáticas e os processos de eletrização por indução.

A exploração conceitual e didática a Máquina de Nairne foi realizada através de testes práticos, diálogos e questionamentos sobre seu funcionamento. Sites e artigos sobre o tema foram indicados, solicitando-se um relatório sobre temáticas estudadas, dúvidas e curiosidades. Além disso, os participantes escreveram um breve comentário sobre a experiência vivenciada com a máquina.

#### **3.5.2.1.4 Poder das Pontas e o Pára-raios**

O estudo sobre o Poder das Pontas e o Pára-raios aconteceu em dois encontros. No primeiro, recolheram-se o relatório e comentários solicitados sobre a Máquina de Nairne, verificando-se se houve pesquisa aos sites e artigos indicados, como a pesquisa foi realizada e quais os materiais, dúvidas e curiosidades encontradas. Cada participante fez seus comentários, criando-se espaço para compartilhamento de idéias, mediado pelas pesquisadoras. Os pesquisadores retomaram os fenômenos das descargas elétricas, problematizando o fenômeno da produção de faísca, associando-a a dos raios. Utilizou-se da discussão em grande grupo, considerando as concepções prévias apresentadas na discussão sobre as descargas elétricas atmosféricas e a função do fio terra, para iniciar-se a construção e exploração conceitual e didática dos dispositivos Poder das Pontas e Igrejinha. Um questionário sobre raios, relâmpagos e trovões foi aplicado com o objetivo fazer um levantamento do conhecimento prévio sobre o assunto.

O dispositivo denominado “Dedo de Deus” permite a investigação de fenômenos relacionados ao poder das pontas e ao conceito de rigidez dielétrica do ar. Esse dispositivo mostra que cargas tendem a se concentrar em locais onde existam pontas e que nestas regiões o campo elétrico torna-se mais intenso.

O dispositivo “Igrejinha”, dentro desse contexto, permite a investigação da função do pára-raios e a importância do aterramento do mesmo. Após a construção dos dispositivos e teste dos experimentos, os sujeitos realizaram uma pesquisa bibliográfica referente às questões iniciais sobre pára-raios e solicitou-se, para o encontro seguinte, um aprofundamento dessa pesquisa, com a investigação da história do pára-raios.

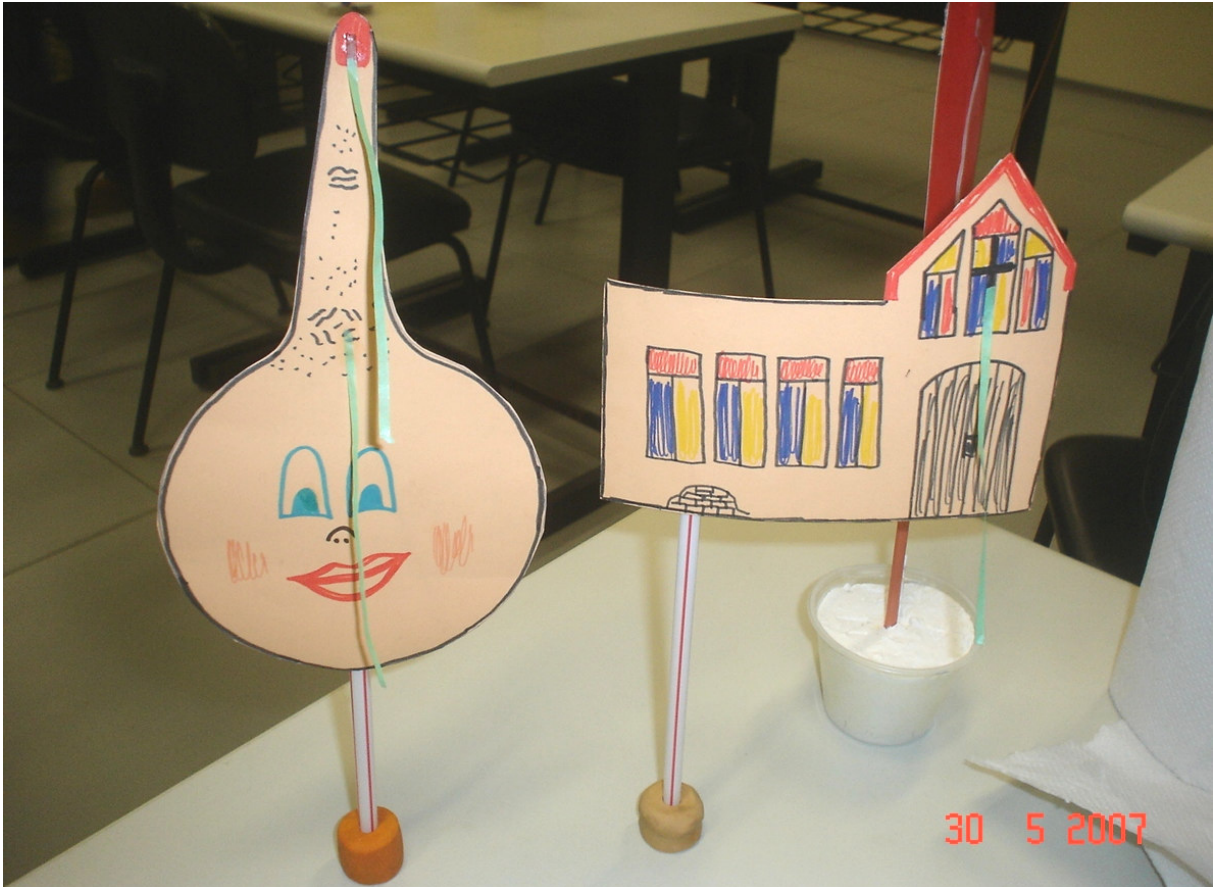


Figura 4 – Dispositivos “Dedo de Deus” e “Igrejinha”.  
Fonte: Sujeito D.

Na semana seguinte, verificou-se o que havia sido pesquisado, indicando-se outras referências bibliográficas e organizando-se um breve debate sobre a pesquisa do pára-raios e Benjamin Franklin. Cada participante apresentou os resultados de suas pesquisas, assim como dúvidas, comentários e curiosidades surgidas no decorrer de suas atividades investigativas. Retomaram-se as primeiras discussões sobre eletroscópios e solicitou-se que, a partir das pesquisas realizadas, os participantes revisassem e, se julgassem necessário, tentassem responder novamente seus questionários iniciais.

Apresentou-se novamente a história das Máquinas Eletrostáticas, pois alguns participantes não haviam comparecido ao encontro anterior, entretanto, as explicações ficaram por conta dos participantes que haviam estudado o tema em questão. Da mesma forma, realizaram-se os testes práticos com a máquina, utilizando-se lâmpadas de néon e lâmpadas fluorescentes.

Apresentou-se, também, um vídeo denominado “Eletric Skies”, sobre as descargas elétricas atmosféricas, havendo, ao final da apresentação, uma discussão



a respeito dos fenômenos e curiosidades surgidas. Novos sites foram indicados, e solicitou-se uma síntese do vídeo, além da elaboração de questões com fatos considerados curiosos e interessantes sobre o tema.

Por fim, solicitou-se que, a partir das atividades desenvolvidas, os participantes refletissem sobre possíveis abordagens que julgassem interessantes para o trabalho com as crianças. Com esse procedimento os pesquisadores introduziram a reflexão sobre a forma de elaboração de uma unidade didática e sobre as possibilidades de transpor o estudo experimental para o virtual, com a construção de um software educativo.

#### **3.5.2.1.5 Gaiola de Faraday**

Retomando as discussões sobre o vídeo apresentado, neste encontro, iniciou-se a construção e exploração conceitual e didática da Gaiola de Faraday, dispositivo que permite investigar o sistema de blindagem.

Após a exploração do protótipo, solicitou-se que, em grupos, os participantes respondessem a três questões sobre a Gaiola de Faraday, socializando, oralmente, suas respostas, a fim de promover uma discussão sobre o tema. A partir das atividades desenvolvidas, foi solicitado aos participantes que reformulassem suas respostas do questionário sobre raios, relâmpagos e trovões e elaborassem uma pesquisa sobre a Gaiola de Faraday e a blindagem.

Foram apresentados, aos participantes, resultados de pesquisas realizadas sobre a mesma temática do curso, utilizando-se imagens e gravações orais para mostrar-lhes que hipóteses explicativas emitidas por crianças, dos mesmos dispositivos experimentais estudados atualmente, eram semelhantes às hipóteses elaboradas pelos próprios participantes.

Objetivou-se, também, com essa atividade, que os participantes percebessem a viabilidade do ensino de Física para crianças.

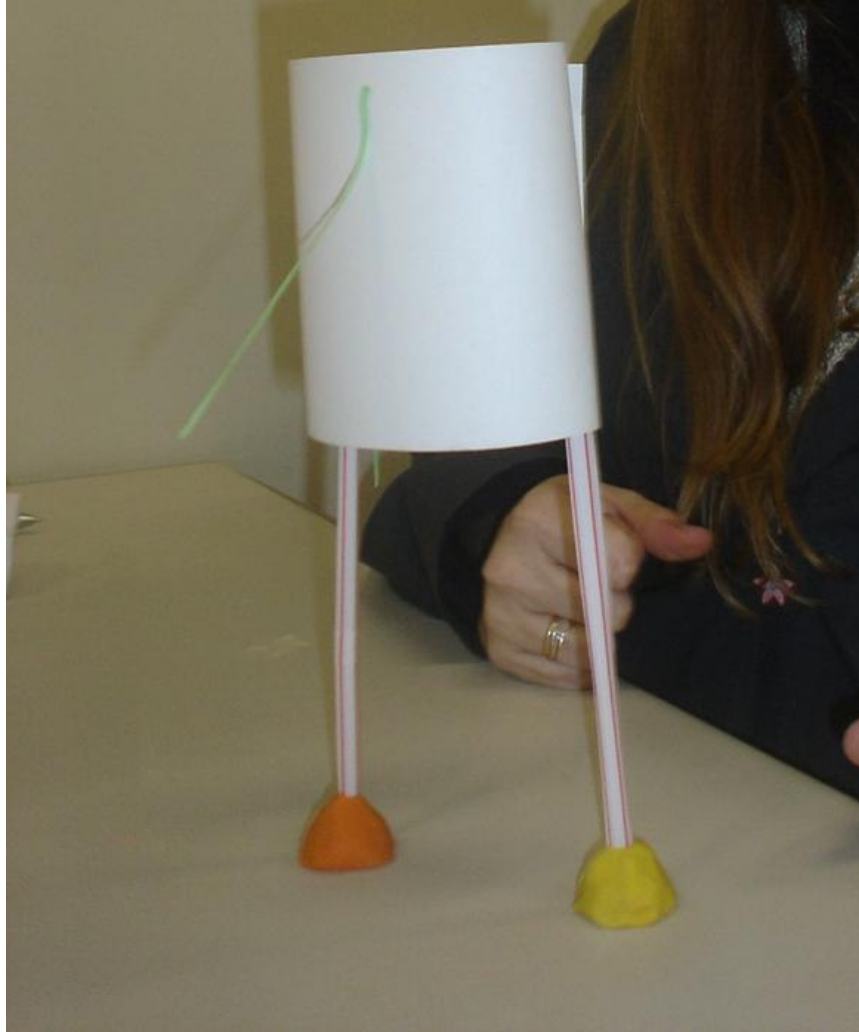


Figura 5 – Dispositivo “Gaiola de Faraday”.  
Fonte: Sujeito E.

### 3.5.2.1.6 Garrafa de Leyden

Este foi o último encontro destinado às atividades experimentais, no qual estudou-se a Garrafa de Leyden. Realizou-se uma avaliação escrita sobre o módulo experimental, retomando-se, em seguida, a discussão sobre todos os dispositivos estudados nesse módulo e a construção e exploração conceitual e didática da Garrafa de Leyden. As pesquisadoras mediavam o debate, problematizando a situação com questionamentos que encaminhavam as discussões para outras curiosidades e dúvidas.

Os pesquisadores sugeriram a construção da garrafa de Leyden, explicando que esse dispositivo é um pequeno capacitor eletrostático, que permite a formação

de descargas elétricas e, conseqüentemente, a produção de faíscas. Esse fenômeno havia sido comentado em um dos primeiros encontros, a partir da discussão sobre a eletricidade do corpo humano, na utilização do capacitor para controlar o funcionamento elétrico do coração. Utilizando-se a Máquina de Nairne para eletrizar os capacitores construídos, os participantes testaram e puderam observar a simulação dos raios. Os pesquisadores solicitaram que, em grupos, os participantes respondessem duas questões sobre a Garrafa de Leyden. Houve a socialização oral das respostas dos grupos e discussão sobre as questões respondidas, relacionando os fenômenos observados, com o auxílio da garrafa, a temática raios, relâmpagos e trovões. Ao final do encontro, indicou-se a leitura crítica de um artigo com resultados de uma pesquisa realizada com temática semelhante. Solicitou-se uma análise crítica deste material, para o próximo encontro.



Figura 6 – Dispositivo “Garrafa de Leyden”.  
Fonte: Sujeito C.

### 3.5.3 Etapa Virtual

Foram destinados dez encontros a essa etapa, ocorridos, com exceção dos dois primeiros, em um dos laboratórios de informática da PUCRS, para a organização de uma unidade didática, elaborada a partir das vivências experienciadas na dimensão real. Para isto, disponibilizou-se, aos participantes, cinco computadores com recursos de internet e o software PowerPoint, disponível no Microsoft Office, sendo esse o recurso base para a criação do software. Os participantes utilizaram, também, os materiais de apoio fornecido na primeira etapa, além de realizarem pesquisas, para seleção de textos, sons e imagens.

No primeiro encontro, apresentou-se uma relação de sites com textos e simulações sobre o tema e, após, organizados em dois grupos, os participantes, iniciaram seus debates e planejamentos, retomando o tema “raios, relâmpagos e trovões”. Visando organizar para realização das tarefas para construção do software, os participantes optaram por elaborar esquemas com sugestões de dispositivos a serem trabalhados virtualmente. Estes foram organizados em conjunto com os pesquisadores que solicitaram, para o próximo encontro, uma reflexão sobre a discussão ocorrida.

No segundo encontro, construiu-se um esquema mais elaborado, a partir das sugestões dos sujeitos e a mediação dos pesquisadores. Os dois grupos iniciaram, então, o desenvolvimento de estratégias e métodos para a modelagem e construção do software. Os critérios para a seleção das atividades foram escolhidos por eles próprios, a fim de que as atividades ganhassem sentido para as crianças, relacionando os dispositivos a possíveis necessidades, dúvidas e curiosidades dos alunos, contemplando linguagem e imagens adaptadas para facilitar a sua compreensão. Definiu-se, também em conjunto, quais as atividades seriam desenvolvidas por cada grupo, sugerindo-se que, após conclusão dos trabalhos, todas as atividades seriam agrupadas em um único programa.

Os demais encontros, que ocorreram em laboratório de informática, foram destinados a confecção do software. Os pesquisadores evitaram interferir nas discussões dos grupos, para que melhor pudessem observar como ocorreria a transposição das atividades desenvolvidas na etapa experimental para a da construção do software, observando quais conceitos apareceriam, qual seria a

metodologia adotada e como seria a adaptação da linguagem da Física ao universo infantil.

A mediação pedagógica ocorria somente em casos extremos, levando os sujeitos a repensar conceitos que algumas vezes apareciam equivocadamente nas atividades. Entretanto, em diversos momentos durante construção das atividades, houve a mediação técnica, a fim de colaborar com os participantes para o melhor aproveitamento e utilização dos recursos disponíveis no programa PowerPoint e na internet.

### 3.6 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Utilizou-se o método da análise de conteúdo para análise dos dados coletados, seguindo etapas sugeridas por Moraes (1999), realizando-se a categorização, que significa determinar as dimensões a serem analisadas. A interpretação dos dados, agrupados nas categorias, constitui, igualmente, um passo imprescindível da análise de conteúdo, especialmente em pesquisas com abordagens metodológicas qualitativas. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p. 168), “na análise, a interpretação é a atividade intelectual que procura dar significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos”.

As categorias foram criadas em função dos objetivos da pesquisa, da fundamentação teórica dos pesquisadores, de sua intuição e vivências, pois a interpretação do material coletado relaciona-se a esses fatores. Outros aspectos relevantes e que orientaram a seleção das categorias foram, por um lado, os próprios dados empíricos, que possibilitaram a leitura de novas informações e, por outro lado, a interação entre os pesquisadores, pois a partir de discussões entre sujeitos com diferentes interpretações dos dados, o processo de análise tornou-se mais dinâmico e enriquecedor, à medida que contemplou as leituras de cada sujeito. As categorias integram os resultados deste estudo e foram essenciais na análise de conteúdo, que visou identificar elementos de respostas às questões e objetivos da pesquisa.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

### 4.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A MOTIVAÇÃO E O PERFIL EPISTEMOLÓGICO INICIAL DOS PARTICIPANTES

Os dados apresentados nessa categoria foram obtidos na sondagem inicial e indicam preocupação dos sujeitos com a própria formação, manifestada na busca de conhecimentos específicos de Física e de conhecimentos metodológicos para o ensino de Ciências, principais motivos revelados para participarem do curso. O extrato que segue exemplifica motivações do sujeito C.

*Sujeito C: [...] é interessante para nós, não é? Porque surgem muitas perguntas dos pequenos, [...] e muitas vezes até os professores não sabem responder, já vai ter um embasamento para dar um algo mais, um diferencial.*

O exemplo acima ilustra o interesse do sujeito em adquirir conhecimentos específicos da área científica, para mediar questões e dúvidas dos alunos, que podem surgir no contexto escolar.

Observou-se, também, grande entusiasmo e muitas expectativas positivas relacionadas à metodologia proposta na apresentação da oficina, associados a idéias construtivistas como, por exemplo, a preocupação do sujeito com o desenvolvimento cognitivo do aluno e a importância atribuída à participação ativa deste na construção do próprio conhecimento, valorizando a interação com o meio físico, através da relação entre teoria e prática e o desenvolvimento de atitudes que permitam o exercício da autonomia.

*Sujeito A: Estamos em busca de novos conhecimentos dentro da educação com a finalidade de melhorar o ensino, dando oportunidade e ferramentas para que os alunos cresçam em sua capacidade de criatividade e pensamento, ensinar o aluno a pensar também, [...] ao mesmo tempo em que ele está*

*criando, ele está pensando também. Com isso possibilitando melhor aproveitamento dentro das outras áreas ou disciplinas [...].*

Nesse extrato é possível identificar a motivação dos sujeitos para uma formação em Ciências, acreditando que os conhecimentos construídos nesses processos possam melhorar a qualidade de ensino, facilitando a aprendizagem e formação do aluno, a fim de que estes desenvolvam, a partir dessa vivência, a capacidade de pensar, interagir, criar e questionar-se. Para os participantes, quando o aluno torna-se participativo, curioso, interessado, investigador, criativo e cooperativo a aprendizagem é beneficiada.

Essas questões aparecem reiteradas vezes no discurso, quando expressam sua preocupação com formação de um aluno agente e o desenvolvimento de habilidades e atitudes, como a de caráter investigativo, considerando os conhecimentos prévios e a realidade do aluno, conforme ilustra o exemplo que segue.

*Sujeito A: É uma maneira de eles se interessarem, agindo assim, tu trabalhando desta forma, vai despertar um maior interesse neles, [...], a curiosidade deles vai aflorar.*

*Sujeito G: [...] eu acho importante o trabalho da participação do aluno, dentro do interesse dele e através da matéria que tu se propõe e tem que dar.*

*Sujeito E: [...] tu vê a realidade do aluno, aonde é que tu pode abordar lá o cotidiano dele para depois tu poder buscar.[...]mas o problema é que o professor tem que se dispor a ver como é essa realidade[...].*

Concepções sobre os papéis que professores conferem à experimentação puderam ser identificadas, denotando-se idéias de que o professor deve possibilitar ao aluno criação de elos entre o conhecimento teórico e o conhecimento prático através da experimentação, na qual o aluno constrói, manipula, testa, questiona e se apropria da teoria para explicar o que observa. Assim, a partir desta dialética da teoria com a prática, para os participantes, os alunos conseguem aprender melhor

Ciências.

Sujeito D: [...] somando praticidade e teoria tu tem um todo [...] tem que ter os dois [...] porque também só prática sozinha não soma, acho que tem que ter a prática com a teoria, isso que é um todo.

Apesar de a maioria dos sujeitos manifestarem um perfil epistemológico permeado por idéias que refletem pressupostos construtivistas, evidenciaram-se incoerências no discurso de alguns, no qual se percebem, reflexos de um modelo transmissivo do conhecimento, este último identificado pela utilização de termos como “passar” e “transmitir”.

Sujeito F: *Eu vejo a dificuldade dos estudantes, então é uma maneira de eu saber passar, aprender essa didática [...]*

Sujeito D: *Eu tenho a pretensão de dar aula, né, e aí vai agregar ao conhecimento que eu vou poder passar adiante.*

As discrepâncias acima identificadas constituem indicadores de possíveis conflitos epistemológicos, revelando que concepções construtivistas permeiam o referencial teórico compreendido pelos sujeitos, mas, no entanto, permanece no discurso a utilização de terminologia característica da visão tradicional de ensino. Segundo Astolfi (2002), Westphala e Pinheiro (2005) existe uma tendência de os professores reproduzirem os modelos que vivenciaram em sua vida acadêmica, tomados como exemplo, e uma resistência em modificar esses modelos educacionais cristalizados, sendo este um obstáculo que exige superação.

Discrepâncias evidenciadas no discurso dos futuros professores na expressão de idéias relativas a modelos tradicionais e modelos inovadores de ensino podem indicar essa dificuldade de ruptura e mudança de modelo pedagógico. A maioria dos participantes afirma nunca ter realizado atividades experimentais em nenhuma etapa de sua formação, incluindo a graduação. Entretanto, consideram a importância do ensino experimental para o desenvolvimento de habilidades e compreensão dos fenômenos, relacionando a falta dessas atividades a algumas dificuldades na aprendizagem de conceitos de Física.



Sujeito G: *Física assim, eu sempre gostei de experimento, mas eu nunca tive oportunidade de fazer um, [...] então o meu conhecimento de Física se limita muito as formulazinhas básicas de 2º grau, [...] não me lembro de mais nada.*

O extrato acima indica a falta de conhecimentos experimentais dos sujeitos no campo da Física, o que poderá dificultar o desenvolvimento de experimentação em Ciências em sua futura prática docente. Este fator evidencia a importância da formação continuada nesta área, em cursos de Pedagogia ou formação de professores.

## 4.2 OBSTÁCULOS E REAÇÕES POSITIVAS OBSERVADAS EM SITUAÇÃO EXPERIMENTAL

As situações apresentadas nas categorias que seguem referem-se à análise de reações positivas e obstáculos identificados durante a construção e teste dos seguintes dispositivos eletrostáticos: Pêndulos Simples e Duplos com discos metálicos e canudos, Eletroscópios Lúdicos, Eletróforo de Volta, Garrafa de Leyden e Gaiola de Faraday.

### 4.2.1 Situação de Construção dos Dispositivos Experimentais

Com a pretensão de promover um espaço para a experimentação, envolvendo a aprendizagem de conceitos e a compreensão dos fenômenos, a atividade de construção dos dispositivos experimentais desencadeou um pensamento investigativo nos sujeitos, promovendo a interação e o teste de hipóteses, desenvolvendo-se num contexto de questionamentos, discussões, mediação e pesquisas.

Constataram-se, nesta etapa, alguns obstáculos e limitações de ordem

conceitual e psico-cognitivas, mas foram identificadas, também, reações positivas manifestadas nessa situação. Ilustram-se, a seguir, exemplos desses obstáculos observados durante o processo de construção dos dispositivos eletrostáticos.

#### 4.2.1.1 Obstáculos de Ordem Conceitual

As dificuldades conceituais, devido à falta de conhecimentos em Física dos sujeitos, foram um dos principais obstáculos encontrados na construção dos dispositivos. Para introduzir o estudo dos Pêndulos e Eletroscópios, uma das pesquisadoras apresentou um modelo de Pêndulo Eletrostático Simples, questionando sobre o que era um eletroscópio e qual a sua função.

Apenas um dos participantes reagiu ao questionamento, tentando formular uma explicação sobre o fenômeno observado. Mesmo apresentando algumas idéias sobre cargas positivas e negativas, isolantes, condutores e fio terra, constaram-se dificuldades nas explicações dos sujeitos, advindas de um conhecimento elementar a respeito dos fenômenos eletrostáticos.

Essa dificuldade pôde ser identificada como um dos principais obstáculos enfrentados no processo de formação vivenciado pelos sujeitos da pesquisa. Salientou-se, nessa situação, a busca de elementos de resposta nos registros visuais da memória, encontrados em livros que foram vistos durante o período escolar.

*Pesquisadora: O que é um eletroscópio? Para que serve um eletroscópio?*

*Sujeito D: [...]A finalidade eu não sei, mas pode ser como um condutor, ou um fio terra[...] lembro só do livro, que eu estudei.[...]A imagem do livro que eu tenho na minha cabeça é aquela coisa assim: [...]aqueles + e -!*

A situação acima citada revela limitações dos participantes no conteúdo de Física, pois são evidenciadas características de um conhecimento livresco, em que apenas é lembrada a imagem de um livro, sem descrições ou argumentações com

base em conceitos de eletricidade para fundamentar sua resposta.

#### 4.2.1.2 Obstáculos de Ordem Psico-Cognitiva

Um segundo tipo de obstáculo identificado durante o processo de montagem dos dispositivos refere-se a reações de ordem psico-cognitiva, relativas a dificuldades atitudinais e procedimentais constatadas nos participantes. Na construção dos Pêndulos e Eletroscópios, principalmente, evidenciaram-se momentos de dependência dos sujeitos com nível elementar de conhecimento em relação aos sujeitos com nível de conhecimento superior.

Alguns sujeitos permaneceram inseguros, introvertidos e receosos, ousando menos na construção dos dispositivos, nos encontros iniciais. Observou-se, em alguns participantes, ansiedade para iniciar a prática. Constatou-se, nesses sujeitos, maior dificuldade e insegurança durante a construção dos dispositivos como, por exemplo, não saber qual material utilizar ou como começar a montagem. Abaixo, segue um extrato que exemplifica reações e atitudes dessa natureza, no momento de construção do Pêndulo Simples.

Sujeito C: Primeiro, o que a gente faz? Acho que primeiro a gente tem que cortar aquela coisinha ali.

Sujeito B: Tem que deixar uma pontinha no disco para poder colar?

Sujeito D: Se eu riscar não tem problema também, né? Não vai alterar nada, né?

Apesar de ter havido momentos marcados por reações investigativas, na interação dos participantes com os experimentos, observaram-se obstáculos como insegurança, receio de errar, limitações na interpretação dos fenômenos físicos e falta de habilidades e de autonomia por parte de alguns sujeitos que possuíam conhecimentos elementares em Física, criando uma relação de dependência com os que possuíam conhecimentos superiores ou mais elaborados.

Observou-se, também, que alguns alunos manifestaram dificuldades para

desenhar os dispositivos, não considerando a possibilidade de criar e adaptar seus próprios protótipos, dentro dos parâmetros propostos.

Sujeito A: [...] *ai, eu não sou boa em desenho. Não tem como eu passar ele por cima, assim?*



Figura 7 – Dificuldade para desenhar.  
Fonte: Sujeito A

Durante a construção dos eletroscópios lúdicos, desenhar o corpo do homenzinho pareceu ser a tarefa mais complicada para os participantes da oficina, principalmente, pelo fato de que o formato do corpo do boneco pudesse afetar seu funcionamento.

Os resultados dessa categoria apontam para a falta de vivência com atividades experimentais e conhecimentos elementares em Física, como fatores que justificam esses obstáculos identificados. Nesse sentido, vários autores (ASTOLFI, 2002; COELHO; NUNES; WIEHE, 2008; GIORDAN; VECCHI 1987; SCHEIN;

COELHO, 2006, SCHROEDER, 2007; SCHIEL, [2008]) defendem a importância da formação em Ciências, visando-se à alfabetização científica dos sujeitos.

#### 4.2.1.3 Reações Positivas Observadas

Evidenciaram-se concentração e atenção na leitura do material instrucional para orientar a construção dos dispositivos, tendo sido analisados cada um dos itens explicativos, por parte de alguns sujeitos. Esse procedimento fez com que a montagem dos dispositivos experimentais acontecesse mais lentamente, garantindo o bom funcionamento dos protótipos.

No contexto de construção dos Pêndulos e Eletroscópios, bem como na construção do Dedo de Deus e da Igrejinha, perceberam-se criatividade e autonomia dos sujeitos com a criação de novos formatos para os modelos de dispositivos, demonstrando-se mais ousados, alterando e adaptando os modelos apresentados a suas habilidades com desenho. Percebeu-se uma preocupação em criar imagens lúdicas que pudessem ser mais atrativas às crianças.

Sujeito E: O meu é um fantasma de caveira, tá! Abstrai.

Sujeito E: Eu fiz um coração.

Pôde-se observar, também, que, enquanto desenhavam os objetos, alguns já apresentavam uma preocupação com a exploração didática dos dispositivos, visando melhores formas de adaptar os desenhos e conteúdos ao universo infantil, manifestando a uma preocupação com a ludicidade dos dispositivos estudados.

Sujeito C: [...]\_Sabe o que tu pode fazer? Pode fazer até uma centopéia e botar duas coisas nas quampinhas para levantar. Ia ficar bonitinho! Com os pezinhos assim, né, para as crianças. Fazer uma formiguinha e botar as anteninhas assim.

Sujeito H: Para as crianças a gente fala assim: “Agora eu vou fazer uma mágica!” [...] tua varinha de condão tá sem poder

(referindo-se ao funcionamento do Pêndulo Simples, enquanto o contrói).

O extrato acima revela a tomada de consciência do sujeito sobre a importância do desenvolvimento de atividades contemplando a realidade do aluno, a fim de que a aprendizagem adquira sentido para ele. Segundo Coll (2001), a contextualização favorece a construção do conhecimento, considerando que as relações com a realidade do aluno enriquece a aprendizagem, tornando-a mais atraente e significativa para a criança.

#### **4.2.2 Situação de Teste dos Dispositivos e Interpretação dos Fenômenos**

Durante o processo de teste e interpretação dos dispositivos eletrostáticos, assim como na situação de montagem e construção dos mesmos, também foi possível observar e analisar obstáculos e reações positivas manifestadas pelos sujeitos. Essa situação ocorreu durante toda a etapa experimental, uma vez que diversas retomadas foram feitas, nesse sentido, visando o esclarecimento de dúvidas e questionamentos que ressurgiam no contexto das oficinas.

##### **4.2.2.1 Obstáculos de Ordem Conceitual e Lingüística**

Conforme mencionado anteriormente, evidenciaram-se, nesse contexto, obstáculos conceituais e dificuldades explicativas dos fenômenos observados como, por exemplo, com relação aos processos de eletrização, conceito de carga elétrica e fenômenos de atração e repulsão elétricas. Essa deficiência possivelmente tenha sido ocasionada pelo conhecimento limitado que os participantes possuíam sobre os fenômenos físicos envolvidos e, também, sobre os termos científicos adequados para descrevê-los.

A seguir, apresentam-se as análises com extratos que sugerem algumas concepções prévias nas hipóteses explicativas sobre o funcionamento dos

dispositivos elétricos construídos, assim como obstáculos de ordem lingüística, como a utilização de termos antropomórficos que divergem do discurso científico.

Participantes de ambos os grupos apresentaram dificuldades conceituais enquanto testavam e observavam os dispositivos que construíram. As explicações que mais aparecem nos discursos são interferências do vento ou do aquecimento como causas do fenômeno observado. A situação abaixo retrata duas explicações referentes ao funcionamento do Pêndulo Elétrico Simples.

Sujeito D: [...] Tem um ventinho aqui que está soprando!

Sujeito C: É que ele esquentou e repeliu.

As dificuldades conceituais também foram observadas nas respostas escritas, expressas nos questionários, sobre a Gaiola de Faraday e a Garrafa de Leyden. Mesmo considerando-se as diversas retomadas sobre os fenômenos de eletrização envolvidos nos dispositivos estudados, com exceção do sujeito com conhecimento superior em Física, os demais apresentaram dificuldades na elaboração de explicações dos fenômenos observados, limitando-se a descrições de observações e cópias das explicações encontradas nos livros. Os exemplos a seguir referem-se a essas observações.

Exemplo 1: *Feche a Gaiola e explique o que você observa?*  
(Questão sobre o dispositivo Gaiola de Faraday)

Sujeito G: Ao fechar a gaiola observei que o papel de dentro não sobe, quem se afasta é o de fora.

Exemplo 2: *Feche Ao eletrizar o capacitor e, em seguida, aproximar a ponta do grampo bailarina de sua parte metálica superior, o que você observa e como explica?* (Questão sobre o dispositivo Garrafa de Leyden)

Sujeito B: Observo a faísca, uma centelha de luz. O valor do ar tem que ser superior a  $3 \times 10^6$ .NC para que tornam-se íons positivos e negativos. A movimentação desses íons são atraídos pela placa através do ar fazendo com que haja uma descarga elétrica [...]

Ao que se refere ao estudo do Eletróforo de Volta, observou-se que alguns participantes, na tentativa de esclarecer e compreender os fenômenos envolvidos no experimento, foram ao quadro e fizeram a representação do dispositivo, através de desenhos. Através da mediação do professor e da interação com os colegas, buscaram o entendimento sobre a distribuição das cargas e os processos de eletrização por indução.

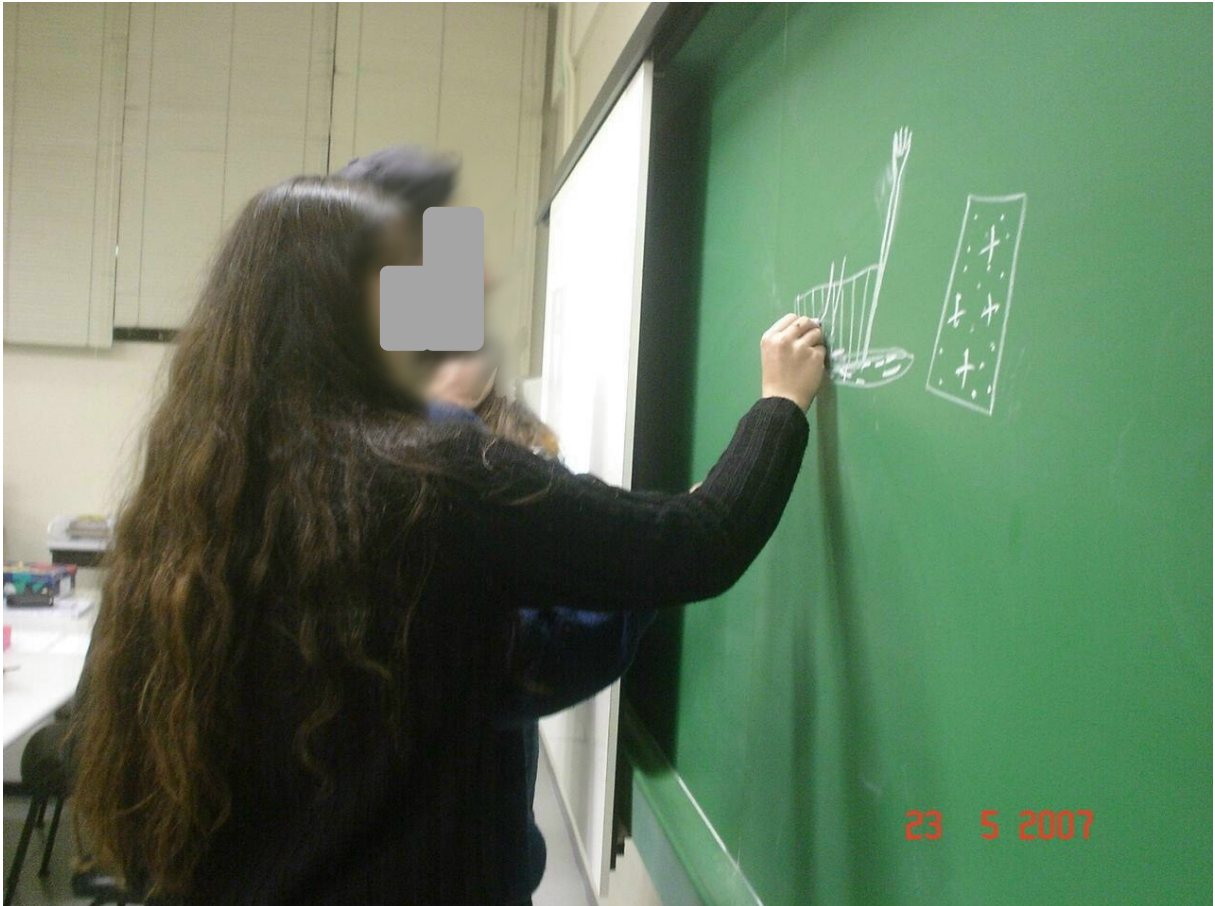


Figura 8 – Estudo do Eletróforo.  
Fonte: Sujeito G e H.

A utilização de termos antropomórficos, assim como a explicação dos fenômenos elétricos, decorrentes da eletrização por atrito, referindo-se ao aquecimento ou resfriamento dos corpos, também aparecem em outros trabalhos de pesquisa (COELHO et al, 2000) nos quais foram evidenciadas reações e concepções semelhantes com alunos de oitava série, o que corrobora os resultados atuais obtidos.

Ainda em situação de teste e interpretação dos pêndulos eletrostáticos e eletroscópios lúdicos, evidenciou-se diversas vezes a utilização de termos como “grudar”, “levantar”, “subir” e “fugir”, para explicações dos fenômenos de atração e



repulsão elétricas.

Sujeito B: *Ele não gruda o teu? [...] mas não levanta [...]*

Sujeito D: *[...] está com toda a energia.*

Sujeito C: *O meu não quer subir.*

Sujeito A: *Segura, ele prende. [...] Ele tá fugindo, ele está indo embora, conforme eu vou indo ele vai indo também, olha.*

Sujeito E: *Agora deu, agora ele grudou.*



Figura 9 – Estudo dos Pêndulos.

Fonte: Sujeito B, C, D e F.

Durante a mediação das pesquisadoras, alguns participantes perceberam um erro na montagem do eletroscópio lúdico (bonequinha) e questionaram-se sobre os materiais utilizados na sustentação do objeto, como o palito de madeira e o canudo de plástico. Podemos observar, nesta etapa, as primeiras dificuldades dos participantes na identificação dos materiais isolantes e condutores, ao afirmarem que a madeira estava se comportando como isolante, substituindo o canudo.

Pesquisadora: *Vocês estão vendo que aqui tem uma*

*madeirinha? É para o canudo entrar em contato? É a madeirinha? Isso pode dar uma diferença?*

Sujeito D: *Por quê? Era para colar o canudo? Era só o canudo, a madeira não era para ter?*

Sujeito C: *Viu, ficou me criticando, porque eu botei o canudo.*

Sujeito F: *O meu é canudo, olha.*

Sujeito D: *Ah! É a madeira que está isolando!*



Figura 10 – Teste dos Eletroscópios Lúdicos.  
Fonte: Sujeito C e D.

A mediação da pesquisadora, na situação acima exemplificada, dá início a uma discussão entre os participantes, permitindo que o sujeito dialogue sobre os materiais utilizados na construção de seus experimentos. Mesmo chegando a conclusão equivocada sobre a influência de determinados materiais no funcionamento do dispositivo “Ah! *É a madeira que está isolando!*”, percebe-se a formulação de hipóteses a partir das dúvidas que surgiram com a construção e exploração dos dispositivos, na etapa experimental.

#### 4.2.2.2 Reações Positivas Observadas

Percebeu-se que, alguns participantes, demonstraram reações consideradas positivas durante o processo de teste dos dispositivos construídos e interpretação dos fenômenos. Alguns conseguiram identificar alguns de seus erros, desde a montagem, elaborando suas hipóteses, outros, somente durante a análise do material produzido. É importante salientar que, com essa atitude, passaram a questionar mais, buscando solucionar suas dúvidas. Ao testar o funcionamento do Pêndulo Eletrostático Simples e observar mais detalhadamente os fenômenos de atração e repulsão, um dos sujeitos elaborou a hipótese de que ocorreria uma troca de sinal da carga do disco metálico, supondo que cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais contrários se atraem. Nesta hipótese, há um erro conceitual do participante, ao supor que o disco estava, inicialmente, eletrizado.

Sujeito D: [...] *Olha, estou fazendo o teste [...] Tu viu? [...] Trocou a carga. [...]Ele faz uma atraída aqui, oh, normalmente ele atrai e depois repele.*

Na situação de questionamento sobre o fenômeno do aterramento através do toque da mão (fio terra) observou-se, no diálogo entre uma participante com conhecimentos elementares e uma participante com conhecimentos superiores em Física, a importância da interação na construção de conhecimento do sujeito.

Sujeito B: O que acontece [...] quando a gente passa a mão?  
Daí, ele descarrega quando tu passa a mão?

Sujeito F: Isso, quando tu descarrega, ele volta a ser atraído de novo.

Ao investigarem o sinal da carga elétrica, a partir do funcionamento da lâmpada de néon, também foram constadas dificuldades conceituais, que prejudicavam o processo de compreensão do fenômeno de eletrização. Nessa situação ocorre a interação do sujeito com a pesquisadora. Diante da problematização da pesquisadora, o sujeito reflete sobre o próprio questionamento e

compreende que ao atritar um mesmo corpo com outro de natureza diferente, o sinal da carga deste nem sempre é o mesmo, ou seja, o sinal da carga elétrica adquirida no processo de eletrização por atrito depende da natureza dos materiais atritados.

*Sujeito D: Uma coisa aqui que eu não entendi nessas cargas. A carga é diferente se tu passar ela no cabelo ou no papel? Aqui, pelo o que eu entendi, olha...*

*Pesquisadora: Vamos ver. Como é que é?*

*Sujeito D: [...] se tu passar no cabelo, ou num bicho, num animal ou na pele, aproximar um bastão um no outro, ele vai se repelir, porque são cargas de mesmo sinal.*

*Pesquisadora: Só um pouquinho. Prestem atenção um pouquinho aqui vocês. O que ele está falando, vocês entenderam? Vai com calma! Diz de novo para a gente entender. Eu não entendi ainda a tua dúvida.*

*Sujeito D: Tem duas formas de carregar, só que em diferentes situações. Se tu passar no cabelo ou na pele de um bicho, ele vai se repelir.*

*Pesquisadora: Por que vai se repelir?*

*Sujeito D: Vamos usar aqui, o pente de látex com o bastão de PVC, de plástico, no caso aqui: em um bastão de látex na pele de um animal. [...] Ele vai se repelir neste caso, mas quando passado na seda nessa mesma situação vai se atrair. Então, quer dizer que [...] no caso o meio que carregar esse bastão, tem a ver com a carga ser positiva ou negativa, depende do tipo de atrito que ele vai sofrer que vai dar o significado para a carga. Agora eu entendi. Então diferentes atritos dão diferentes cargas.*

*Pesquisadora: Sim, diferentes materiais, né.*

*Sujeito D: Diferentes materiais geram diferentes cargas aí.*

Evidenciou-se que a interação pôde favorecer os processos de compreensão e construção conceitual, promovendo melhoria no nível cognitivo dos sujeitos. O extrato abaixo exemplifica um desses momentos de compreensão conceitual através

da interação, ocorrido no contexto de testes do eletroscópio lúdico, o bonequinho.

Sujeito E: No momento que tu trouxe o canudo para frente, aqui olha, ele é negativo, certo? No momento que tu trouxe para frente os positivos vieram para cá, conseqüentemente, olha, na gravatinha também, positivo com positivo...

Sujeito H: Repele.

Sujeito E: Então, como aqui está negativo, como é que eu vou dizer? Empurrou os negativos para trás, porque quem se mexe são os elétrons não são os prótons.

Sujeito H:Tá, sim, e se eu passar aqui na frente só?

Sujeito E: Aí tu vai estar atraindo, foi essa situação eu acho que tu falaste, né, [...]



Figura 11 – Teste do Eletroscópio Lúdico.  
Fonte: Sujeito A.



O extrato referido mostra a interação entre uma participante com nível superior de conhecimento com uma participante com conhecimentos elementares, compartilhando idéias e fazendo-o refletir sobre a natureza dos portadores de carga responsáveis pelo fenômeno, a partir da observação do teste do eletroscópio.

Em várias ocasiões, os participantes manifestaram atitudes investigativas como, por exemplo, na situação de teste do Eletroscópio Lúdico (Bonequinha), o sujeito confronta suas idéias prévias, a respeito da causa do fenômeno, ao resultado do experimento, falseando suas idéias de que a atração entre o canudo atritado e o cabelo da boneca, feito de papel seda, seja originada pelo vento. A pesquisadora que, no momento observa a reação da participante, percebe que pode problematizar a situação, fazendo uma nova pergunta envolvendo o aterramento do eletroscópio. Outro sujeito interage, auxiliando a elaboração da resposta.

Sujeito A: Olha como ele está vindo. Bah![...] Daqui eles já estão se mexendo. Olha só, conforme eu faço isso aqui, não é o vento...

Sujeito C: Tenta passar sem encostar.

Pesquisadora: Tá, e se eu encostar aqui? [...]

Sujeito D: Descarregou.

Constatou-se que, durante a realização de atividades investigativas solicitadas pelos pesquisadores, alguns participantes avançavam suas atividades num processo de reflexão sobre os conhecimentos adquiridos. Essa atitude conduziu à elaboração de questionamentos, busca de informações e melhor apropriação de conceitos, pois ao realizar a pesquisa como, por exemplo, sobre o Eletróforo de Volta, como ilustra a situação exposta a seguir, a participante questiona-se sobre o conceito de eletricidade estática, ainda incompreendida por ela, buscando significados para suas problemáticas e adquirindo, com isso, novas aprendizagens.

Pesquisadora: *Bom, então a gente vai partir para uma outra etapa que é a construção de um eletróforo. Então vocês vão construir e tentar explicar o eletróforo de Volta, certo? [...]*

Sujeito H: *Eu fiz a pesquisa em casa.*

Pesquisadora: *Tá, como é que foi?*

Sujeito H: [...] Primeiro procurei “eletróforo de Volta”. Dispositivo usado para gerar eletricidade estática através de atrito. Aí, lá [...] ainda não sabia o que era eletricidade estática. Então aí eu fui procurar o que era eletricidade estática, né.

Pesquisadora: Certo.

Sujeito H: Que é a energia produzida por atrito, que agora eu sei o que que é.

Pesquisadora: A eletricidade estática, estático quer dizer em repouso, certo? Então, [...] tu tens uma eletricidade estática e eletricidade em movimento, carga elétrica parada e em movimento, certo? Por exemplo, num fio a carga elétrica está em movimento.

Sujeito H: Estático ou parado, né?

Pesquisadora: Exatamente. [...]

Sujeito H: E aí eu procurei também o que que era uma máquina eletrostática.

Pesquisadora: O que é uma máquina eletrostática?

Sujeito H: Tá, daí eu achei que era qualquer dispositivo capaz de produzir eletricidade estática.

Pesquisadora: Isto.

Sujeito H: Aí deu para clarear um pouquinho, que eu não sabia bem o que que era, né.

O extrato acima mostra a reação positiva manifestada por uma das participantes ao realizar uma atividade investigativa. Realizando a pesquisa solicitada sobre o Eletróforo de Volta, a participante reconheceu a necessidade de compreensão do conceito “eletricidade estática” e, a partir disso, procurou saber, em páginas da internet, o que era o Eletróforo e a Máquina de Nairne. Essa atitude demonstra uma atitude questionadora diante de um conceito desconhecido.

Percebeu-se surpresa dos participantes a partir da manipulação e observação do funcionamento dos objetos. Observou-se que, à medida que ocorria o envolvimento com a exploração do experimento (criando, manipulando, testando e observando), os sujeitos tornavam-se mais comprometidos e interessados nas atividades, manifestando desejo de aprender e conhecer melhor os fenômenos em

questão. Evidenciou-se que a solidariedade entre os participantes também foi outra atitude freqüente no teste e interpretação dos fenômenos. A receptividade e incentivo entre os integrantes dos grupos proporcionaram maior segurança, motivação e entusiasmo para o levantamento de hipóteses na realização dos testes dos dispositivos. Abaixo, seguem alguns exemplos das situações acima mencionadas.

Sujeito H: Não sei como é que faz daí aquele outro.

Sujeito A: Ah tem que passar assim olha, de lá pra cá, e ir torcendo, assim, e vai puxando e torcendo. (Eletrizando o Eletroscópio Lúdico – bonequinho)

Sujeito H: *O meu deu só uma subidinha e desceu de volta.*

Sujeito A: Tá, mas ele tá subindo, ele tá funcionando. Vai enroscando. Olha, ele subiu bastante.

Sujeito H: Olha aqui, que legal! Quicaram!

Sujeito A: [...] Coloca assim, olha, no meio. *Ele fica bem afastado daí.* (Testando o Pêndulo Duplo)

Os extratos acima evidenciam uma tentativa do sujeito para explicar as situações ao colega, utilizando-se da mesma explicação que lhe foi dada pela pesquisadora. Desta forma, adquirindo compreensão metodológica de “como fazer”.

#### **4.2.3 Situação de Elaboração de Questões a Respeito dos Fenômenos Observados**

A situação de elaborações de questões ocorreu após a construção e testes dos Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos, envolvendo somente questões relacionadas apenas a esses dispositivos. O objetivo desta atividade foi fazer com que os participantes pudessem formular questões a respeito dos fenômenos observados e interpretados na montagem e nos testes dos protótipos. Considerou-se importante proporcionar situações de aprendizagem nas quais os sujeitos pudessem envolver-se em um jogo de perguntar e responder, tendo como ponto de



partida o conhecimento anteriormente construído pelos participantes. Exercitou-se um jogo reconstrutivo, de elaboração conjunta e gradativa de conhecimentos mais sólidos e fundamentados. Solicitou-se aos participantes da oficina que formulassem questões sobre os fenômenos elétricos observados na construção e teste dos eletroscópios. Para isso, organizaram-se em duplas e todo o trabalho foi registrado no caderno individual de cada participante e nas gravações das falas.

A análise deste material permitiu constatar algumas reações dos sujeitos da pesquisa, divididas em quatro categorias que são discutidas à luz de exemplos de questionamentos a respeito dos fenômenos de atração e repulsão em relação ao pêndulo eletrostático simples, a partir dos registros de falas na etapa de formulação das questões. Observou-se que, durante a formulação oral das questões (dados obtidos pelas transcrições), os participantes tiveram muitas idéias de questionamentos a fazer, cujas respostas lhes eram desconhecidas.

#### 4.2.3.1 Formular Perguntas, Essencialmente Dúvidas

Nesta categoria observaram-se reações investigativas que desencadearam uma tempestade de perguntas, uma pergunta levando a outra e assim por diante. A maioria das questões está nesta categoria, na qual os participantes formularam questões de seu interesse, cujas respostas desconheciam. Essa foi uma reação de caráter mais investigativo manifestada pelos sujeitos, pois estavam concentrados no estudo e na análise dos eletroscópios para formular as questões e hipóteses, sem haver a necessidade de uma resposta pronta. Os exemplos, a seguir, evidenciam alguns dos questionamentos formulados enquanto as duplas realizaram os testes dos experimentos.

Sujeito D: [...] Por que repele, por que primeiramente ele está em contato com o canudo se atrai e após repele?

Sujeito C: Por que primeiramente?

Sujeito D: Olha. Por que ao entrar em contato com o canudo, primeiramente se atrai e após repele?

Sujeito B: Tá! O que a gente pode perguntar?

Sujeito A: O que faz com que ele se aproxime ou se afaste do canudo? Isso é uma curiosidade que eu tenho.

Revelaram-se, também, dúvidas e curiosidade em aprender. A espontaneidade também é característica marcante nessa reação, mostrando que os participantes não estão com vergonha das perguntas que fazem e tampouco se preocupam com o vocabulário que utilizam. Os extratos que seguem apresentam alguns exemplos de questionamentos elaborados pelos participantes.

Sujeito G: Tá, eu ia perguntar uma pergunta meio óbvia que ninguém vai perguntar. Por que é necessário friccionar o canudo para que haja repulsão? [...]

Sujeito H: O que acontece com as moléculas quando friccionamos?

O que acontece com o canudo.

Sujeito G: [...] quando ele é friccionado?

Sujeito G: O que é necessário para que...?

Sujeito H: O que acontece com as partículas?

Sujeito G: [...] quando se fricciona o canudo? [...]

Sujeito A: Por que devemos esfregar o canudo, no papel, numa folha de papel nova?

Sujeito B: Numa folha de papel e por que ela deverá ser nova?

Sujeito A: Ah, é! Porque tem diferença quando ela é nova e quando já foi muito usada?

Sujeito B: A gente podia falar... ah... por que precisamos esfregar o canudo de papel ao aproximar-se da folha? Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel?

#### 4.2.3.2 Questionar com Perguntas para as Crianças

A categoria a seguir demonstra uma preocupação de alguns participantes com o uso de termos que facilitem a compreensão das crianças, manifestando a

intenção de aproximarem-se do universo infantil em sua linguagem. O exemplo, a seguir, ilustra preocupação, de uma das participantes, em adaptar sua linguagem, a fim de facilitar a compreensão das crianças, a respeito dos fenômenos investigados, enquanto seu colega questiona se a proposta da atividade seria a de formular questões para crianças.

Sujeito H: *Por que algumas vezes a bolinha, não é?*

Sujeito G: *A bolinha? Parece trabalho de criança, não é? [...]*

Sujeito G: *Mas isso é para nós ou isso vai ser perguntado para as crianças?*

Sujeito A: *Atritar acho que não seria bem a palavra para as crianças.*

Sujeito B: *O que a gente precisa?*

Sujeito A: *Qual a palavra que a gente poderia usar... palavra para criança... quando a gente passa o papelzinho no... hum...*

Sujeito B: *Esfrega!*

Sujeito A: *Isso! Por que devemos esfregar o canudo?*

A participante demonstra uma preocupação com a clareza da questão, freqüentemente utilizando palavras no diminutivo. Constatou-se que essa atitude é manifestada em função do trabalho que a participante desenvolve com crianças, revelando a importância da vivência prática.

#### 4.2.3.3 Formular Questões Pensando em Respondê-las

Nesta categoria, enquadram-se questões formuladas quando o participante busca a resposta da questão, com a preocupação de ter o conhecimento para solucioná-la, deixando a formulação propriamente dita em segundo plano. O exemplo que segue ilustra o surgimento de várias dúvidas durante a formulação das questões e um dos participantes acredita ter interpretado o fenômeno e formulado uma explicação, dialogando com outro participante.

Sujeito D: [...]Leva a crer que, primeiramente, ele tem cargas diferentes, e após troca de carga ficando com a mesma carga. [...] (Pêndulo Elétrico)

Sujeito C: Tá, quando se afasta é porque ou os dois são positivos ou os dois são negativos?

Sujeito D: É a mesma carga.

Sujeito C: Quando tão junto é porque um é positivo e o outro é negativo então?

Sujeito D: É isso. [...] Eles tão em repouso e no momento que tu esfrega um e outro eles vão se carregar, podendo repelir ou não. A gente já tem uma explicação científica para o troço.

Sujeito E: [...]tem que fazer perguntas.[...] Não é explicação.

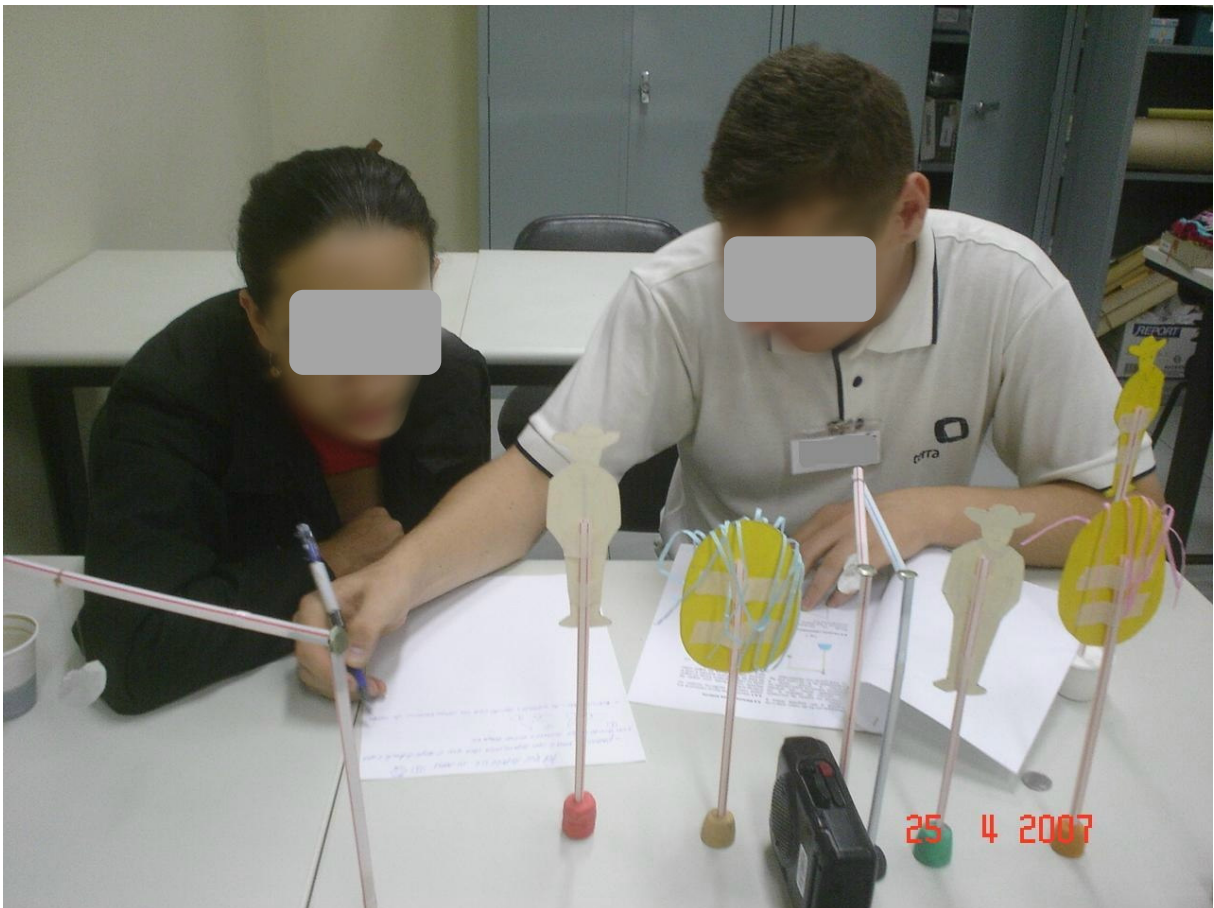


Figura 12 – Formulação de questões.  
Fonte: Sujeito C e D.

O referido extrato mostra que a dupla tenta interpretar o fenômeno com intenção de formular uma explicação científica para a situação observada, revelando-se, nessa situação, a preocupação dos participantes em encontrar respostas corretas.

#### 4.2.4 Situação de Reformulação das Questões e Elaboração de Respostas

Após a formulação das questões, solicitou-se às duplas que apresentassem suas questões ao grande grupo e, em seguida, tentassem melhorá-las e respondê-las. Enquanto tentavam reformular e responder suas questões, perceberam-se novas iniciativas de teste de hipóteses.

Alguns participantes mostraram-se preocupados em encontrar as respostas corretas, enquanto outros tentavam reconstruir as perguntas a partir das respostas que já possuíam.

Observaram-se diversos momentos de interação nos quais os participantes puderam expressar seus questionamentos e suas curiosidades, enquanto refletiam e testavam suas hipóteses sobre os experimentos. Perceberam-se algumas dificuldades conceituais associadas às explicações, como, por exemplo, a utilização do termo “carga igual” ao invés de cargas de mesmo sinal, também evidenciadas em outros trabalhos com professores do Ensino Médio (COELHO; NUNES; WIEHE, 2008). O extrato abaixo ilustra um diálogo onde aparecem essas dificuldades conceituais.

Sujeito H: [...] Por que ao se repelirem do canudo, as rodinhas afastam-se umas das outras?

Sujeito H: Elas devem ficar com a carga igual, por isso elas se repelem.

Sujeito G: Sim, elas ficam com carga igual. Isso é simples. Elas ficam energizadas com a mesma carga.

Sujeito H: Vamos ver aqui. Porque ao encostarem no canudo as rodinhas adquirem a carga igual.

[...]

Sujeito H: [...] O que acontece com as partículas quando friccionamos o guardanapo no canudo? [...]

Sujeito H: Atritado será que fica bom? Energizado fica melhor.

No extrato que segue, observou-se que um dos participantes se deu conta da incompletude na questão, incluindo novos elementos à pergunta elaborada pelo

colega “*para acontecer isso tem que friccionar o canudo*”, na tentativa de torná-la mais precisa. Neste diálogo, é possível notar, também, a preocupação do sujeito em anotar a resposta mesmo enquanto a discussão ainda ocorria.

Sujeito H: Por que, em algumas vezes, o pêndulo é atraído pelo canudo e em outras ele é repelido? Talvez porque a carga seja diferente.

[...]

Sujeito G: Porque a carga é diferente e porque para acontecer isso tem que friccionar o canudo.

Sujeito H: Tá, mas tá friccionado já.

Sujeito G: Tá, mas não tá explicando nada aqui. Tu tá fazendo a pergunta simples.

Sujeito H: Dá para entender que é friccionando [...]

Sujeito H: Eu vou anotar, até para eu não esquecer a resposta.



Figura 13 – Formulação de questões.

Fonte: Sujeito G e H.

Ao refletirem sobre as questões formuladas, percebeu-se que os participantes passaram a compreender melhor os conceitos envolvidos, apesar de ainda utilizarem alguns termos equivocados como, por exemplo, “energizar” em vez de eletrizar, como ilustra o exemplo abaixo.

Sujeito H: Por que, se eu atritar um palito de madeira, o papel não é atraído?

Sujeito G: Por causa do material.

[...]

Sujeito H: [...] A madeira não conduz energia. Não é condutora.

Sujeito G: É condutora sim, porque se eu pegar um cabo de madeira e encostar numa pessoa ela vai tomar choque.

É bem verdade, tu não sabia disso? Eu aprendi na terceira série.

[...]

Sujeito H: Não, tá. A madeira não conduz, a borracha também não, o metal conduz, o plástico eu não sei se conduz.

Sujeito G: Mas eu acho que ele energiza.

Nesta passagem, perceberam-se algumas dificuldades conceituais sobre os processos de eletrização, à medida que se iniciaram as discussões sobre materiais isolantes e condutores, surgindo a partir de uma discussão sobre a madeira e sua função. Percebe-se, claramente, uma confusão conceitual que alguns participantes ainda manifestam.

A utilização do termo “energizar” ao invés de eletrizar, também permanecia sendo utilizada. Com isso, considerou-se que o conceito de carga elétrica ainda não havia sido compreendido, uma vez que este não estava sendo diferenciado do conceito de energia.

Com essa atividade, os participantes puderam tomar consciência de que saber utilizar-se das problemáticas e questionamentos que surgem em sala de aula é uma possibilidade metodológica para a prática docente.

Além desses, outros exemplos de questionamentos reformulados podem ser observados no quadro a seguir.

<b>Formulação de Questões e Mediação em Situação de Teste dos Pêndulos e Eletroscópios</b>		
<b>Formulação de questões (Exemplos extraídos das transcrições)</b>	<b>MEDIAÇÃO dificuldades detectadas pelo mediador e exemplos de intervenção:</b>	<b>Questões reformuladas (extraídas das transcrições e de anotações nos diários)</b>
<p>Sujeitos C e D:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que ao entrar em contato com o canudo, primeiramente se atrai e após repele?</li> <li>- Por que no caso quando tu coloca a mão ele baixa?</li> <li>- Por que ao colocar o canudo em contato com os metais, os mesmos se repelem?</li> <li>- Qual a carga inicial dos pêndulos? Positiva ou negativa, ou está neutra?</li> <li>- Por que o funcionamento fica comprometido ao colocar um palito de madeira inteiro dentro do canudo?</li> </ul> <p>Sujeitos G e H:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que em algumas vezes o pêndulo é atraído pelo canudo e em outras repelido?</li> <li>- Por que ao aproximar o canudo das rodinhas, elas se afastam umas das outras?</li> <li>- O que acontece com as moléculas quando friccionamos o canudo?</li> <li>- O que acontece com o canudo quando ele é friccionado?</li> <li>- O que acontece para se formar a eletricidade estática?</li> <li>- Por que encostando no boneco, o papel volta ao normal?</li> </ul> <p>Sujeitos A, B e E:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel antes de aproximarmos dele?</li> <li>- O que faz com que ele se aproxime ou se afaste do canudo?</li> <li>- Por que quando o papel já está usado não dá o mesmo efeito?</li> <li>- Por que ao tocá-los eles voltam à posição normal (inicial)?</li> <li>- Por que a gravata baixa quando tocamos no boneco?</li> </ul>	<p>Uso de termos inadequados: "ao entrar em contato" = aproximação "em algumas vezes" = imprecisão</p> <p>Registros de falas na etapa de mediação da reformulação das questões:</p> <p>Situação n° 1: Sujeito H: O do pêndulo eletrostático simples eu, nós colocamos assim: Por que em algumas vezes o pêndulo é atraído pelo canudo, e em outras ele é repelido? Pesquisadora: O que é isso algumas vezes, o que significa isso? Todos estão de acordo com essa pergunta?[...] O que está um pouco dúbio? Tem uma palavrinha que deixa um pouquinho dúbio a pergunta. Sujeito A: Em algumas vezes. Pesquisadora: Algumas vezes. Sujeito H: É que assim: em algumas vezes eu coloco e ele atrai, e aí paro de novo, e ele já repele. Sujeito A: Mas é assim: no começo ele atrai, e depois ele se afasta.</p> <p>Situação n° 2: Sujeito D: Eu tenho uma pergunta parecida, só que assim: Por que ao entrar em contato com o canudo, primeiramente, ele dá uma atraída e depois repele? Pesquisadora: O que pode melhorar na pergunta dele? Ao entrar em contato com o canudo, ele diz que primeiro atrai e depois repele. Ao entrar em contato. Ele entrou em contato para ser atraído? Sujeito E: Por isso que a gente falou aproximar. Sujeito A: Ele que vem e se aproxima do canudo e depois ele se afasta. Sujeito D: É que assim, quando vai aproximando ele, ele primeiramente faz uma atração, um contato inicial pra lá do canudo e depois ele repele. Pesquisadora: Todo mundo entendeu, não é? Tu não mudas tua pergunta. Depois vocês vão pensar melhor. [...] Nós estamos só discutindo isso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel, antes de aproximá-lo do pêndulo, para observarmos a reação do pêndulo?</li> <li>- Por que ao atritarmos um palito de madeira em um papel toalha e aproximarmos o mesmo do pêndulo elétrico, não ocorre o mesmo efeito observado com o canudo de plástico atritado com o papel toalha?</li> <li>- O que faz o disco metálico do pêndulo aproximar-se do pêndulo atritado?</li> <li>- Por que o disco metálico do pêndulo afasta-se quando este encosta no canudo previamente atritado?</li> <li>- Por que ao utilizarmos muitas vezes o mesmo papel toalha para atritarmos o canudo, o efeito visualizado não é o mesmo que inicialmente?</li> <li>- Por que ao tocar com a mão o eletroscópio já eletrizado, o(s) disco(s) metálico(s)/ papel de bala voltam a sua condição inicial?</li> <li>- Por que ao encostarmos o canudo atritado com papel no pêndulo duplo de canudos, não observamos efeito algum?</li> <li>- Por que para os canudos do pêndulo voltarem a sua posição inicial, devemos passar a mão ao longo de cada um dos canudos?</li> <li>- Por que ao aproximarmos o canudo atritado da parte superior do eletroscópio lúdico e tocamos a parte inferior do mesmo, com a mão, a gravata não levanta; e ao afastarmos a mão, tirando o canudo, logo em seguida, a gravata levanta?</li> </ul>

Quadro 2 - Formulação de Questões e Mediação em Situação de Teste dos Pêndulos e Eletroscópios  
Fonte: As autoras

Assim, resultados obtidos por Shein e Coelho (2006) corroboram a idéia do



importante papel que o questionamento exerce para formação do sujeito, em atividades de formação científica.

Segundo Giordan e Vecchi (1897, p.163):

[...] A falta de questionamento em ciências faz com que o aprendente contente-se com o que sabe; ora, pode tratar-se, como dissemos antes, de simples palavras que dão a ilusão de saber. Na verdade, a ausência de um verdadeiro questionamento presencia-se uma interrupção na construção do pensamento.

#### 4.3 O PROCESSO DE MEDIAÇÃO

A mediação ocorreu durante todo o processo de desenvolvimento das oficinas, entretanto, nesta categoria foram analisadas somente situações referentes à situação de formulação e reformulação das questões sobre os Pêndulos e Eletroscópios. Essa etapa foi fundamental na ampliação dos conhecimentos e da linguagem dos sujeitos da pesquisa, tendo favorecido a apropriação de um conhecimento científico, a compreensão e explicação dos fenômenos físicos observados na realização das atividades.

Com o intuito esclarecer as explicações e compreensão de conceitos e fenômenos físicos envolvidos no funcionamento dos dispositivos, as pesquisadoras procuraram problematizar e mediar as discussões entre os sujeitos, conforme ilustra o quadro 2 (p.95). Constatou-se que a interação e a discussão proporcionadas pela mediação exercida pelas pesquisadoras, por meio de questionamentos que provocam e estimulam o raciocínio dos sujeitos, possibilitaram a eles a tomada de consciência do conhecimento que estavam adquirindo e, portanto, dos seus papéis ativos neste processo de reestruturação lingüística e conceitual.

As análises, a seguir, referem-se aos questionamentos a respeito dos fenômenos de atração e repulsão elétrica observada no funcionamento do pêndulo eletrostático simples, obtidos a partir de registros de falas na etapa de mediação da reformulação das questões. Outros exemplos podem ser observados no quadro “Formulação de Questões e Mediação em Situação de Teste dos Pêndulos e Eletroscópios” (p. 96).

Sujeito D: [...] *Por que ao entrar em contato com o canudo, primeiramente, ele dá uma atraída e depois repele?*

Pesquisadora: *Olha a pergunta dele. [...] Olhem como é que ele diz. (Intervenção da pesquisadora)*

Sujeito D: *Primeiramente, ele dá uma atraída, uma fisgada pequena e depois repele. Como se tivesse feito uma troca de carga e repelido. Entendeu?*

Pesquisadora: *Vamos repetir a experiência. [...] Pode ser? (Teste do Pêndulo Simples)*

Sujeito A: *Uniu, e agora só se afasta [...].*

Sujeito D: *Olha, ele dá uma encostada e depois do primeiro contato...*

Pesquisadora: *Por que tu falaste isto: depois do primeiro contato? (Intervenção da pesquisadora)*

Sujeito D: *Porque ele tem uma atração inicial e depois ele repele.*

Pesquisadora: *Ah tá, então repete a pergunta.*

Sujeito D: *Por que ao entrar em contato com o canudo, primeiramente se atrai e após repele?*

Pesquisadora: *O que pode melhorar na pergunta dele? Ao entrar em contato com o canudo, ele diz que primeiro atrai e depois repele. Ao entrar em contato. Ele entrou em contato para ser atraído? (A pesquisadora repete o termo que está inadequado enfatizando onde está o problema).*

Sujeito E: *Por isso que a gente falou aproximar.*

Pesquisadora: *Aproximar. (A professora utiliza novamente a técnica de intervenção, espelho da fala, para dar ênfase ao termo utilizado, agora corretamente).*

Sujeito A: *Ele que vem e se aproxima do canudo e depois ele se afasta.*

Sujeito D: *É que assim.. quando vai aproximando... ele... ele primeiramente faz uma atração, um contato inicial... pra lá... do canudo e depois ele repele.*

Pesquisadora: *Todo mundo entendeu, não é? Tu não mudas*

*tua pergunta. Depois vocês vão pensar melhor. [...] Nós estamos só discutindo isso.*



Figura 14 – Teste e discussões sobre os dispositivos.  
Fonte: Sujeito B, C, D, F e Pesquisadora.

É importante notar que neste tipo de intervenção, com questionamentos e retomadas, o aluno consegue, por um processo lento e gradual, constatar onde estão seus erros e repensar suas idéias, a partir das orientações da professora e interação com os colegas, ampliando seu conhecimento.

Na situação, a seguir, os participantes testam o pêndulo eletrostático com canudos duplos. É interessante notar a tomada de consciência da professora licenciada em Física, quanto à impossibilidade de eletrizar por contato o Pêndulo Eletrostático Duplo, a partir do diálogo com dois participantes que possuem conhecimentos elementares de Física, conforme é ilustrado no extrato que segue.

*Pesquisadora: Por que está acontecendo isto? Tens idéia por que separa assim?*

*Sujeito H: A carga é igual.*

Pesquisadora: *É, é uma hipótese. Aquele ali dos canudinhos vocês já viram? Esse aqui é muito parecido, só que ao invés de serem dois disquinhos, são dois canudinhos. Certo? Eles também podem se separar. Como é que a gente faria para separá-los?*

Sujeito H: *Colocaria o canudo aqui.*

Pesquisadora: *Coloca o canudo aqui? Então faz. Vamos ver. Vamos ver como é que tu vais fazer.*

Sujeito E: *Ai me dá uma raiva. Meu Deus, como é que eu não me dei conta?*

Pesquisadora: *Encostando não é igual a esse aqui, vocês estão vendo? Não é o mesmo efeito, não é?*

Sujeito G: *Não.*

Pesquisadora: *Por quê?*

Sujeito G: *O material é diferente seria?*

Pesquisadora: *O material é diferente. O que este material tem de diferente desse?*

Sujeito G: *Esse é de plástico e esse conduz melhor energia.*

Embora sejam muito diferentes os conhecimentos prévios dos sujeitos, as idéias se assemelhavam, as justificativas não se diferenciavam muito, apenas os termos utilizados eram diferentes, mas ainda assim, os participantes conferiam a mesma explicação ao que observaram no experimento. Cabe ressaltar que os participantes com conhecimentos elementares de Física chegaram a uma explicação antes da professora licenciada em Física, o que surpreendeu até ela mesma. Isso demonstra as dificuldades que os professores de Ciências vivenciam em suas práticas docentes, com falhas nos modelos científicos e um receio de errar que barra a ampliação do seu conhecimento.

A oficina proporcionou esta tomada de consciência aos participantes, de que necessitam aprimorar conhecimentos do conteúdo específico de Física e também conhecimentos metodológicos para a sua prática.

No decorrer dos encontros, através da mediação das pesquisadoras e da própria interação entre os participantes, o grupo refletiu, continuamente, sobre a necessidade de o professor proporcionar possíveis relações e associações entre

teoria e prática para embasar novas reconstruções de conhecimento. Diversos autores (GIORDAN; VECCHI, 1987; COELHO et al., 2006; SCHEIN, 2006) também defendem idéias semelhantes em suas pesquisas, o que vem a corroborar a importância da mediação na apropriação de conhecimentos científicos.

#### 4.4 ELABORAÇÃO DE UMA UNIDADE DIDÁTICA – A CONSTRUÇÃO DE UM SOFTWARE EDUCATIVO SOBRE A TEMÁTICA “RAIOS, RELÂMPAGOS E TROVÕES”

A proposta da oficina para a elaboração de uma unidade didática, desenvolvida sob a temática “Raios, Relâmpagos e Trovões” envolveu a construção um software educativo livre que pudesse ser utilizado como recurso auxiliar às aulas de Ciências, complementando as atividades experimentais vivenciadas concretamente. A flexibilidade presente no planejamento, organização e desenvolvimento das atividades destinadas à confecção do software teve importante significado no desenvolvimento da unidade didática, pois possibilitou maior grau de interação no grupo. Foram apresentados, aos participantes, uma relação de sites, contendo textos, fatos curiosos e simulação (**APÊNDICE F**), a fim de que pudessem conhecer ambientes virtuais sobre a temática e, assim, iniciar uma reflexão sobre possíveis formas de elaboração do software. Percebeu-se que alguns demonstram noções e conhecimento sobre softwares existentes sobre Ciências, demonstrando preocupação com a ineficácia de programas existentes destinados ao ensino de Ciências.

Ao observarem páginas de simulações do fenômeno dos raios, as discussões se intensificaram, começando a surgir idéias para o desenvolvimento do conteúdo à realidade virtual e levando em conta as atividades experimentais vivenciadas. Constatou-se que, alguns participantes, haviam iniciado suas pesquisas, testando simulações, realizando leituras de textos e avaliando as possibilidades do site para o trabalho com as crianças. Nesse sentido, a participante refere-se ao caráter interdisciplinar do tema, identificando, também, conteúdos de geografia nesse contexto.

Pesquisadora apresenta simulação disponível no site do INPE (APÊNDICE E)

Sujeito H: *É legal! Eu acho legal. [...]quando tu tá trabalhando[...]...regiões do Brasil por exemplo, aí tu poderia inserir o objeto. Ah vamos ver na região sul, de vocês, se caiu um raio, nas proximidades onde foi, localizando no mapa. Acho legal assim.*

Alguns questionamentos são emitidos sobre o estudo dos pára-raios, no momento em que a pesquisadora apresenta uma simulação de raios, evidenciando o aterramento na imagem do Cristo Redentor e do raio. Os participantes mostram-se críticos na análise da imagem, verificando a presença do pára-raios e, ao mesmo tempo, emitindo hipóteses sobre as técnicas utilizadas para a simulação do raio na imagem apresentada.

Sujeito H: *Porque o raio caiu na mão dele, se tem pára-raio na cabeça?*

Sujeito D: *Do Cristo? Todo mundo ouviu? [...] em cima da cabeça dele tem um monte de pára-raios. Na extensão tem um fio, nas duas mãos, braços, tem um fio que serve como pára-raio.*

Sujeito B: *Na tv deu sobre isso. Apareceu na extensão toda dele, mostrando os pára-raios.*

Sujeito D: *Gente, essa animação aí, na verdade é um gif, não é uma foto real de um raio. Eu já tô vendo daqui...*

Observou-se o interesse de um sujeito no tema, através das relações estabelecidas entre os fenômenos estudados e sua realidade. “Na tv deu sobre isso.”.

A situação a seguir evidencia a tentativa de uma dos sujeitos em relacionar os conhecimentos adquiridos na etapa experimental às imagens observadas, retomando-se a discussão do vídeo sobre descargas elétricas, problematizada e mediada pela pesquisadora. Percebe que algumas dificuldades de compreensão e explicação do fenômeno ainda ocorriam nesta etapa.

*Sujeito D: Ele (raio) sobe depois ele desce né?*

*Pesquisadora: Lembra do que nós vimos no vídeo? [...]*

*Sujeito D: O certo ele teria que vir assim, [...] fazer assim...desse ponto.[...] Ele pega três cantos. [...] Parece que ele tá subindo. Olha bem assim. [...]*

*Sujeito C: O raio tá indo pra cima. [...]*

*Sujeito B: Parece que ele sai da terra.*

Ao final das apresentações, os participantes demonstram-se interessados na proposta, refletindo sobre as possibilidades de elaboração da unidade didática, a fim de planejar estratégias para transpor o conteúdo estudado para o software, respeitando a estrutura cognitiva da criança e utilizando uma metodologia adequada. É importante salientar que um dos sujeitos menciona o lúdico como uma possibilidade de atividade na dimensão virtual.

*Sujeito D: Mas agora a gente já tem uma idéia do que fazer. A gente bota num papel. [...] A gente vai ludificar as questões.[...] Assim a gente já tem um subsídio para começar.[...] já vamos deixar mais ou menos montado uma idéia.*

*Pesquisadora: [...] já podem refletir um pouco sobre esses pontos.*

*Sujeito D: Mas a gente já quer de repente voltar com quase tudo meio pronto.*

*Sujeito C: Encaminhado.*

O esquema abaixo, ilustra os experimentos sugeridos pelos participantes para a elaboração do software. Percebe-se que os dispositivos indicados são os que se relacionam diretamente com os fenômenos da temática.

Constatou-se, com isso, que mesmo tendo-se iniciado na etapa experimental com os os processos de eletrização que envolvem o conceito de carga elétrica, a partir o estudo dos eletroscópios, os participantes não percebiam a importância dessa atividade para a investigação e compreensão dos fenômenos envolvidos nos demais dispositivos, considerando-os irrelevantes para o software.

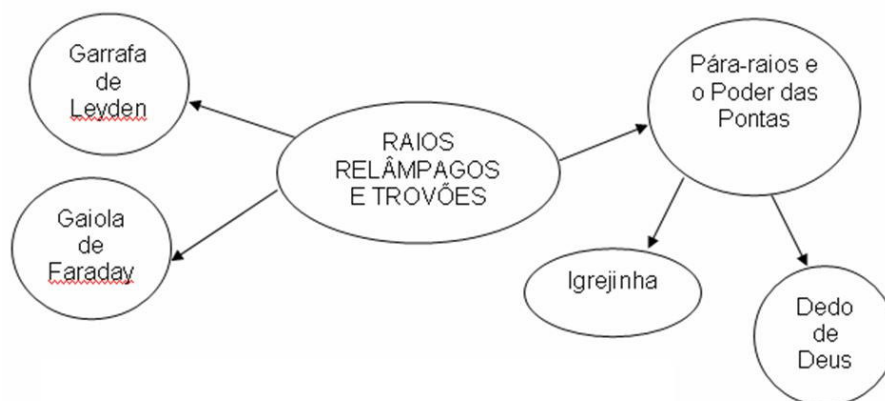


Gráfico 1 – Primeiro esquema de organização da unidade didática.

Fonte: A autora.

Houve, nesse momento, a mediação dos pesquisadores, retomando os questionamentos sobre os Pêndulos e Eletroscópios Lúdicos e instigando as discussões sobre a importância desses dispositivos para o estudo. Dessa reflexão, gerou-se novo esquema, agrupando dispositivos e possibilidades de atividades necessárias para o software, conforme ilustram as imagens a seguir:

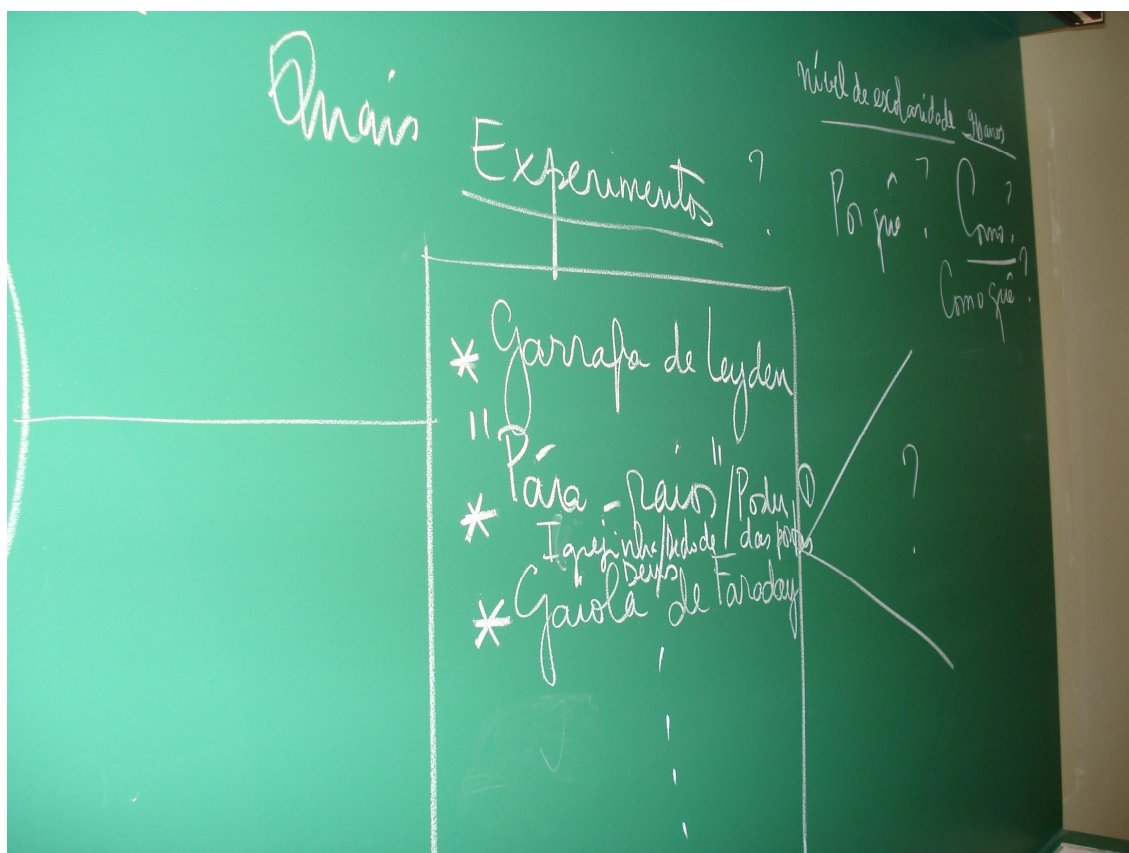


Figura 15 – Possibilidade de Dispositivos selecionados para o software.

Fonte: A autora.



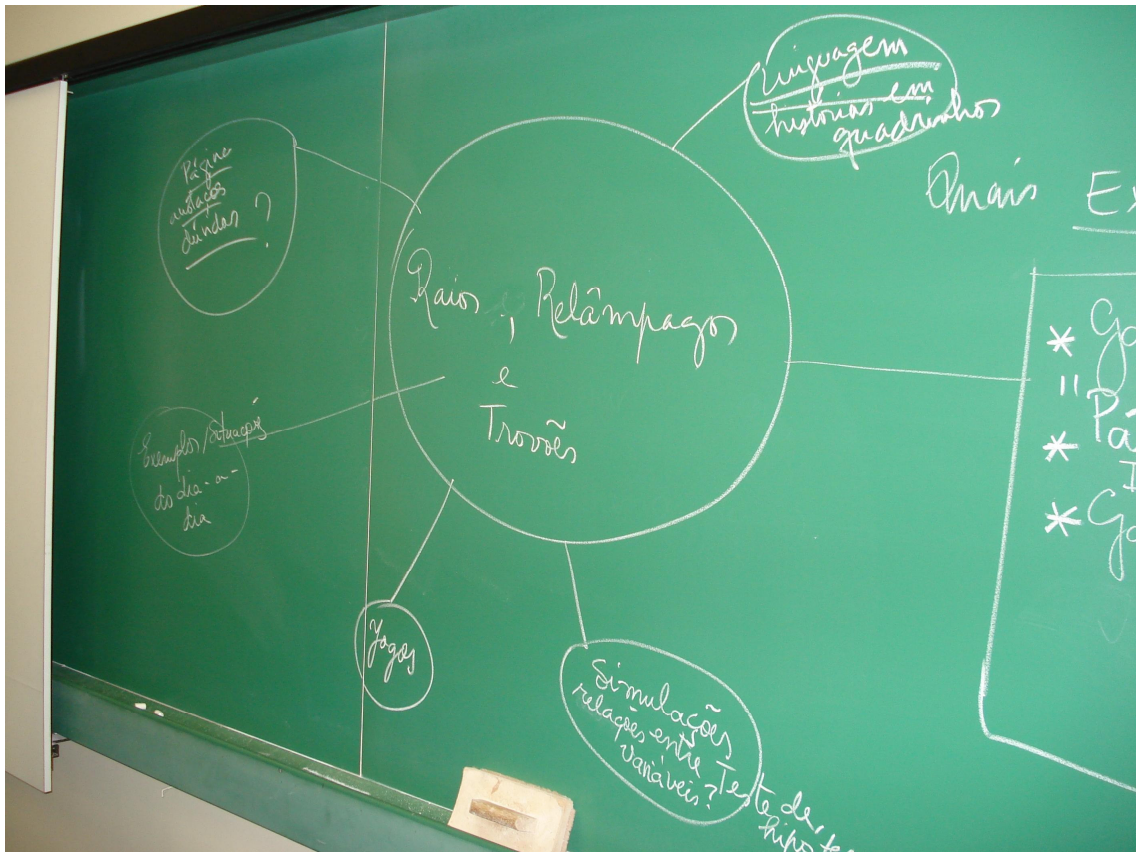


Figura 16 – Exemplos de atividades selecionadas para o software.  
Fonte: A autora

Após a seleção dos experimentos que poderiam integrar o software, ocorreu a discussão de possíveis enfoques para exploração virtual do tema, com exemplos jogos, simulações (relações entre variáveis e teste de hipóteses), histórias em quadrinhos, exploração da linguagem, página de dúvidas, situações do dia-a-dia. Dentre as diversas opções que surgiram, iniciadas pelos próprios participantes, os mesmos optaram por três tipos específicos que contemplaram algumas das idéias propostas nos debates. Um grupo optou por elaborar jogos e simulações, enquanto o outro interessou-se por desenvolver história em quadrinhos (linguagem), exemplos de situações do dia-a-dia e blog.

Pôde-se constatar, no planejamento dos grupos, uma preocupação com a contextualização do tema, retomada histórica e dicas de segurança, conforme haviam estudado no módulo experimental. O grupo encarregado pela história em quadrinhos demonstrou especial preocupação com a adaptação da linguagem à realidade infantil, dedicando espaço também à questão da ludicidade. Percebeu-se que o grupo não desconsiderou a estrutura lógica de montagem do programa,

desenvolvendo links a outros espaços de interação, inclusive para os sites indicados. O exemplo a seguir ilustra o planejamento organizado pelo grupo.

### **HISTÓRIA EM QUADRINHOS**

- Personagem principal: Benjamin Franklin (bem colorido, com cara de doido e às vezes fica vesgo)
- O aluno poderá criar um personagem.

Benjamin em: O Poder da Pontas

- Simulação do Papagaio – Diferentes materiais
- Dedo de Deus em Benjamin Franklin – Em forma de galo
- Simulação do raio – Benjamin, carro, árvore

Benjamin em: A Gaiola de Faraday

- Dentro do carro, ouvindo música (antena levantada e abaixada)

Quais? Com o quê? Por quê? Contextualização

- Links para o site do INPE.

Idéia: Conforme o aluno termina a simulação, congela o efeito e, a partir daí, passando o mouse o fenômeno sobressai. Ele pode clicar para abrir outra janela, onde haveria uma explicação. Caso não estivesse satisfeito, poderia acessar o blog e postar suas dúvidas.

Amigos de Benjamin – Cientistas (Einstein e outros personagens)

Raiozinho com carinho – criança sendo formada (dentro da nuvem).

Audio: trovões. (sou bravo! Brummmm)

Raio (estou dando a luz!!!!!!)

Relâmpago (estou nervoso, preciso descarregar!)

Raio= Trovão + Relâmpago.

Quadro 3 – Planejamento das Histórias em Quadrinho.

Fonte: Sujeito E e H.

Apesar da diversidade de atividades selecionadas no início da etapa virtual, somente três atividades foram elaboradas e organizadas em um produto final composto por 47 slides. Deste, uma atividade foi destinada a um jogo de perguntas

e respostas (prontas) envolvendo os eletroscópios, Gaiola de Faraday e a temática dos raios relâmpagos e trovões. A segunda foi destinada à história em quadrinhos, apresentando a formação do raio, noções de carga elétrica e o sistema de blindagem. E a terceira constitui-se de um blog, apresentando explicações sobre fenômenos, sugerindo a criação de alguns experimentos e criando um espaço para a postagem de dúvidas.

Para a análise do software considerou-se aspectos referentes à existência ou não de pressupostos construtivistas, os experimentos que foram investidos, ou não, da dimensão real para a virtual, os conceitos envolvidos nas atividades e a organização da estrutura lógica do software. Constatou-se obstáculos de ordem conceitual e lingüística, bem como dificuldades técnicas para a execução das atividades.

A história em quadrinhos denominada “A história de um raiozinho: Raiolito” considera alguns conceitos relativos a fenômenos eletrostáticos, como a origem do raio, simulação de descarga envolvendo o conceito de carga elétrica e medidas de proteção contra descargas elétricas. Pôde-se perceber a busca de adequação do cenário, a utilização de linguagem simplificada, analogias e imagens do cotidiano, demonstrando uma preocupação com a estrutura cognitiva do aluno. Constataram-se dificuldades como confusões semânticas entre raio e relâmpago e algumas falhas na organização do software que podem dificultar a construção do conhecimento da criança.



Figura 17 – Adequação de cenário, linguagem e analogias.  
Fonte: Sujeito E.



Figura 18 – Confusões semânticas entre relâmpago e raio.  
Fonte: Sujeito E.

O blog constituiu-se de quatro segmentos: construção de experimentos, dúvidas, exemplos do dia-a-dia e dicas de sites sobre eletricidade. Com essa abordagem, parte das atividades dos alunos constituíam-se de atividades investigativas. Algumas expressões utilizadas não eram adequadas à linguagem infantil, podendo representar uma limitação ao caráter investigativo da proposta.

Considera-se que organização textual (estrutura das frases, pontuação etc) e a falta de ilustrações são pontos que poderiam ser melhorados.

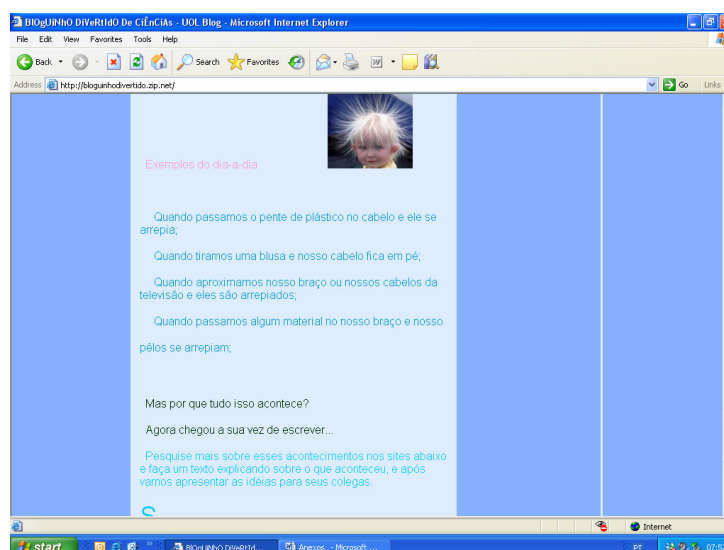


Figura 19 – O caráter investigativo.  
Fonte: Sujeito H.

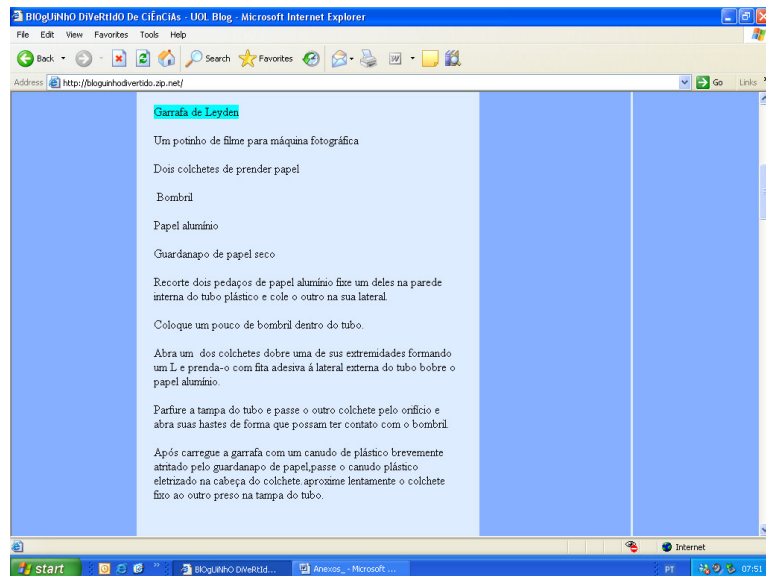


Figura 20 – Linguagem inadequada, ausência de pontuação e de imagens ilustrativas.

Fonte: Sujeito H.

O jogo envolveu três experimentos abordados com tarefas do tipo perguntas e respostas, as quais não exigiam o desenvolvimento de processos cognitivos necessários à aquisição de conceitos, reduzindo-se a respostas do tipo asserção e razão, envolvendo a memorização mecânica das respostas, reforçadas com expressões do tipo “parabéns você acertou”, e pouco contribuindo para a elaboração de reflexões e questionamentos sobre os conceitos e fenômenos apresentados nas questões.

**Raio Relâmpago Trovão**

**Noções básicas - Raio, relâmpago e trovão**

**1 - Para você o que é raio ?**

A) Descarga elétrica    B) Luz

**2 - Para você o que é relâmpago ?**

A) Som    B) Luz

**3 - Para você o que é trovão ?**

A) Descarga elétrica    B) Som




Figura 21 – Jogo – Noções de raios, relâmpagos e trovões.  
Fonte: Sujeito D.

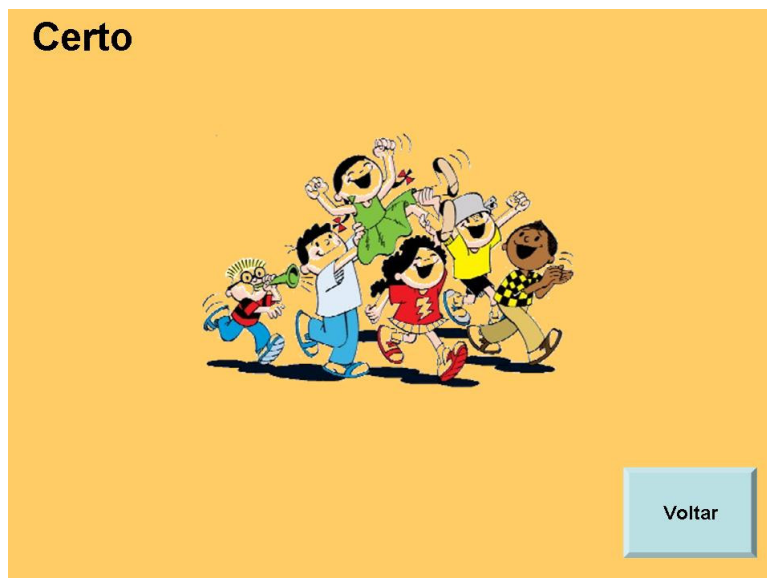


Figura 22 – Resposta correta (não estimulando reflexão e novas investigações).  
Fonte: Sujeito D.

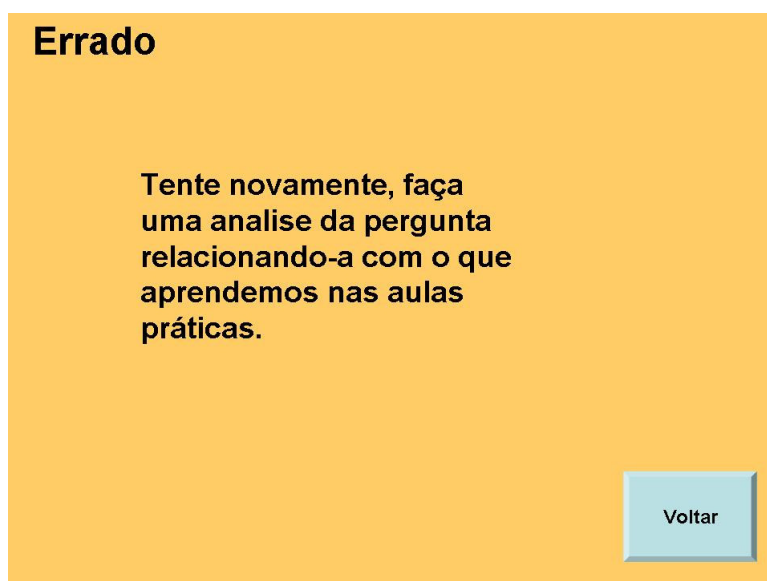


Figura 23 – Resposta errada (falta de explicações).  
Fonte: Sujeito D.

Percebe-se, nesse procedimento, que os sujeitos da pesquisa não conseguiram contemplar a metodologia vivenciada da dimensão real para a dimensão virtual.

Um dos questionamentos surgidos a partir da análise do software foi o motivo que os levou a fazer apenas essas três atividades, uma vez que diversas idéias haviam surgido no início do processo. Atribui-se essa escolha à falta de tempo para realização de novas atividades ou realizar melhorias nas elaboradas e,

principalmente, a falta de habilidades para utilizar e explorar os recursos digitais. Essa limitação revela que não basta ao professor ter a idéia, mas também necessita conhecer e saber utilizar os recursos tecnológicos disponíveis.

#### 4.5 A TOMADA DE CONSCIÊNCIA

Na fase final das oficinas, fez-se uma entrevista semi-estruturada, oral e coletiva, para avaliar as repercussões da metodologia proposta nas concepções dos participantes. Através da análise desse material, podem-se extrair algumas concepções dos sujeitos a respeito do ensino experimental, o modo como vêem o estudo de Ciências e o que foi significativo em suas aprendizagens.

Os participantes tiveram oportunidades para comentar e refletir sobre o quê e como aprenderam, ou seja, foi possível analisar como tomaram consciência dos processos de construção do conhecimento e avaliaram a metodologia utilizada nas situações de aprendizagem.

Sujeito H: *Eu achei bem interessante a forma de trocar informações, em termos de aluno e professor. O aluno construir primeiramente, [...] de ele construir o conceito, as suas idéias.*

Evidenciou-se que os participantes passaram a refletir sobre a própria aprendizagem e a maneira como melhor poderão contribuir para a aprendizagem de seus alunos. Constataram que todo o processo e retomadas das características de uma concepção construtivista que aconteceram no decorrer da metodologia proposta, os fez repensar a idéia do aluno como centro; a relação entre concreto e abstrato e a importância, por eles considerada, de o professor partir do concreto, do real, para então abstrair, ou seja, utilizar-se do ensino experimental para explicação de fenômenos, é fundamental para a aprendizagem de Ciências não apenas para seus alunos, mas para eles próprios. Essa vivência é analisada como um aspecto positivo em sua prática docente, como experiência de vida e de formação continuada.



Sujeito B: Eu acho que mudou, [...] até o modo de a gente trabalhar, porque o método de trabalho para nós foi... É um diferencial. Porque a gente começou pelas experiências, [...] trabalhar com a criança desta forma [...] vai introduzindo de uma maneira mais prática para eles, da vivência deles.

Nota-se nesses registros características de uma epistemologia construtivista, pois os participantes comentam sobre a interação entre aluno e professor e como este trabalha o conteúdo considerando o conhecimento prévio do aluno e permite que ele próprio construa os conceitos estudados.

Sujeito C: [...] em vez de passar diretamente, não! Questionar! Fazer com que a própria criança, aos poucos [...] com os erros ela aprende... entre eles vão se ajudando a formar um conceito. Vão se questionando.

Eles expressam que para aprender o professor não precisa “passar diretamente” o conteúdo, mas que os alunos podem ser agentes, podem questionar, ter uma formação conjunta com os colegas e com o professor e estas são características de uma abordagem construtivista, evidenciando como a vivência com atividades sob este enfoque podem refletir nas concepções sobre o ensino de Ciências em professores em formação.

Outros aspectos que foram constatados nesta dinâmica são reflexões que os professores participantes fizeram ao comparar o ensino tradicional com um ensino experimental de Ciências, como ilustra o extrato abaixo.

Sujeito D: o conhecimento de física que a gente tem, normalmente não é uma parte muito prática. [...] É que o professor normalmente trabalha o lado tradicional. É quadro e sem experiência... e aqui a gente pode olhar, a gente foi formulando os conceitos. Houve a parte prática, que é importante [...] trabalhar assim é bem interessante, tu construir. Às vezes, a gente pode construir o conhecimento...tem como construir, só não sabe como... e tendo alguém para mediar



*essa construção é interessante o método de trabalho. [...] tu podes aproveitar o que foi utilizado aqui, é uma forma de se trabalhar.*

A tomada de consciência expressa acima mostra que o professor admite a importância da atividade experimental em sala de aula, de trabalhar com o aluno o concreto e o abstrato, onde se podem formular os conceitos com consideração do conhecimento prévio. Neste processo de metacognição, destaca-se ainda, a preocupação deste futuro professor com as competências de um professor em sala de aula, com a ideia do “não saber fazer” (ASTOLFI, 2006; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005) ou como mediar a construção dos conhecimentos dos alunos e a importância de saber selecionar e utilizar diferentes metodologias em sua prática docente. Observou-se que as próprias concepções prévias, antes equivocadas, assumiram uma interpretação e compreensão mais científicas. Essa constatação é evidenciada, inclusive, no discurso dos participantes com conhecimentos superiores em Física. No início das oficinas, esses participantes demonstravam grande preocupação em ter as respostas corretas para todas as questões, revelando aos demais participantes seus amplos conhecimentos sobre as temáticas. Entretanto, ao final do processo, esses participantes conseguiram tomar consciência de que nem sempre um problema se resolve com respostas prontas, mas que é a partir da investigação e da interação entre os sujeitos que será possível construir e transformar um conhecimento.

Uma das participantes, com formação superior em Física, relata como se sentiu insegura durante as oficinas, pois para ela, pelo fato de teoricamente conhecer o conteúdo de Física, não tinha ideia do quanto poderia aprender com simples experimentos construídos com materiais de baixo custo e, principalmente, que poderia interagir com os outros participantes, a fim de compartilhar vivências e discutir as hipóteses formuladas a partir do conhecimento prévio de cada um. Percebeu que, através da metodologia experimental empregada, pode-se trabalhar diversos conceitos de Física e o quanto é importante a interação neste processo. Segue extrato abaixo, como exemplo.

Sujeito E: *Quando me dei conta que eu era praticamente a única Física dentro da sala bateu um frio na barriga que vocês não tem noção. Porque até então, sou formada... me formei muito bem, assim de notas... mas aí ficou na responsabilidade: será que eu sei mesmo? [...]dá para aprender muita física fazendo isso. Porque de um simples eletroscópio tu pode trabalhar tantos conceitos que até então... tipo eletroscópios lúdicos... [...]na verdade tem a ver com o rosto, tem a ver com o material, é muita coisa que dá para trabalhar e isso aí abriu os horizontes para mim. [...] eu curti pra caramba!*

A análise do material coletado nesta entrevista foi muito rica, pois os participantes puderam vivenciar situações de aprendizagem que os levaram a refletir sobre a prática docente, sobre como o conhecimento prévio do aluno pode ser levado em conta, sobre a construção de novas idéias através da interação com colegas e mediação do professor.

#### 4.6 CASOS SIGNIFICATIVOS DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E ATITUDINAL

No decorrer do trabalho, a partir do desenvolvimento das atividades investigativas, perceberam-se casos significativos de evolução, considerando-se aspectos relacionados ao desenvolvimento cognitivo, bem como o desenvolvimento de atitudes. Optou-se por analisar dois casos específicos, nos quais essa evolução ocorreu mais significativamente, sendo eles: sujeito H e sujeito C.

O primeiro caso refere-se ao sujeito H, que demonstrou ter adquirido maior nível de desenvolvimento cognitivo no decorrer do processo. Apesar de demonstrar conhecimento prático, referente ao uso de metodologias e linguagem adaptada à aprendizagem infantil, nos primeiros encontros, essa participante apresentava elevado nível de dificuldades conceituais que impossibilitavam sua compreensão dos fenômenos, com o uso de termos inadequados e explicações equivocadas

devido à falta de conhecimentos científicos.

Exemplo 1: [...]As partículas do canudo se agitam após o canudo ser energizado pelo papel.[...]

Exemplo 2: O que acontece com as moléculas, ou partículas, não? O que acontece para se formar a eletricidade estática?

Entretanto, foi envolvendo-se na proposta, ao longo do curso, demonstrando interesse e curiosidade em conhecer e investigar os temas abordados, realizando atividades de pesquisa mesmo sem solicitação dos pesquisadores, adquirindo com isso maior motivação para atitudes investigativas. Este sujeito foi desenvolvendo, desta forma, habilidades para a interação, problematização, questionamentos e argumentações referentes às situações vivenciadas.

Exemplo: Mesmo fora daqui, eu comecei a procurar o que é energia estática, como é que se fazia isso. Até foi bom porque daí para eu aprender, saber mais assim. [...] E, e eu comecei a entrar em vários links que eu achava, cada coisa que eu vi, que eu ficava intrigada o que era e olhava. E já deu para entender mais ou menos o que era, não fiquei totalmente de fora.

Percebeu-se, ao final da proposta, um avanço cognitivo do sujeito em direção a um discurso de caráter mais científico e permitindo, ao mesmo, uma tomada de consciência sobre a importância do ensino experimental em Física, na dimensão real e virtual, para as crianças nas séries iniciais, a partir da metodologia vivenciada.

Exemplo 1: [...]Primeiramente, o canudo e o papel toalha estão neutros, porque ambos estão neutros e esfregando o papel toalha no canudo, o papel doa elétrons para o canudo, fazendo assim que ele se eletrize negativamente, que daí a gente viu na lâmpada de néon. (testes dos dispositivos utilizando a lâmpada de néon)

Exemplo 2: Eu achei bem interessante [...] O aluno construir primeiramente, porque a gente tem a visão: “Ah! Dá direto o conceito para ele trabalhar em cima, né? Gostei, sabe...

O segundo caso de evolução foi observado no sujeito C e refere-se ao nível de evolução atitudinal. Nos encontros iniciais, esse sujeito apresentava significativa falta de autonomia e insegurança para expressar suas idéias e realizar as atividades. Constataram-se dificuldades para concluir os pensamentos, apresentando respostas incompletas aos questionamentos iniciais, e elevado nível de dependência em relação aos demais participantes. Suas respostas eram vagas e, normalmente, orientadas ou concluídas por um dos colegas.

Exemplo 1: Eu acho interessante tudo que já falaram. Eu acho muito interessante, no caso que ali... para ver os futuros cientistas, nas feiras de ciências, os grandes destaques, né, eu acho que vai... mesmo para quem não tem o dom assim, que nem a “fulana” (Sujeito A) falou, envolve ter uma reflexão sobre O...

Exemplo 2: [...] onde tu colocou (dirigindo-se ao Sujeito D)? Tu colocou o teu? Deixa eu ver, vira aí. Tem que cortar o palito?

Esses obstáculos foram sendo superados no decorrer do processo, durante a construção dos dispositivos e na realização das atividades escritas, permitindo-lhe, questionar-se, dialogar e argumentar suas hipóteses, mesmo que essas apresentassem limitações conceituais.

Exemplo:

Sujeito C: Transmite a carga, no caso... vai transmitir...

Sujeito E: Tá. Então, quer dizer que não precisa do dedo?

Sujeito C: Não. O dedo é pra baixar a carga... ele tira, né? Neutraliza.

Ao final dos encontros, observou-se maior grau de independência nessa participante, manifestando-se com motivação, expressando e concluindo melhor

seus pensamentos em relação às situações questionadas e a experiência vivenciada nas oficinas.

Exemplo 1: [...] mas quem faz a mediação é o professor, no caso não só a leitura. Eu não sei, posso estar errada no meu ponto de vista, mas eu acho que ali no momento em que ele vai refletir, que vai ter uma reflexão do certo e do errado, de certa forma há construção. Nem que seja a construção do erro, através da soma, porque é um jogo somativo [...]

Os aspectos de desenvolvimento, em nível cognitivo e atitudinal, constatados nos participantes mencionados, demonstram que a experiência experimental vivenciada pôde contribuir para a alfabetização científica, bem como para o despertar da consciência investigativa nos sujeitos.

## 5 A CONSTRUÇÃO INDIVIDUAL DO PESQUISADOR

Muitas vezes, no decorrer desses dois anos de Mestrado, fui questionada sobre os motivos que me levaram, enquanto Pedagoga com habilitação em Multimeios e Informática Educativa, a desenvolver uma pesquisa na área de Educação em Ciências e Matemática. A idéia desse trabalho surgiu pela necessidade que senti de conhecer, compreender e “multiplicar” a alfabetização científica para professores e futuros professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental, utilizando a minha formação para auxiliar nessa mudança de pensamento e atitude. Certamente a Informática Educativa não é o único recurso que possibilita essa aproximação com o conhecimento científico, mas saber utilizar a riqueza e a ludicidade desta ferramenta em benefício da educação é um fator que pode ser bastante significativo para os professores em sua prática.

É fato que no curso de Pedagogia, habilitação em Multimeios e Informática Educativa, não tive qualquer disciplina relacionada ao ensino de Ciências e, por isso, essa idéia foi uma grande ousadia de minha parte. Entretanto, ao iniciar essa trajetória, verifiquei que não era a única a me interessar pelo tema, mas que outros pesquisadores e professores do programa também manifestavam o mesmo desejo.

Decidi, então, que esse seria, realmente, meu foco de estudo e passei a desenvolver meu trabalho dedicado à formação de professores para o Ensino de Ciências nas Séries Iniciais, utilizando a informática como recurso de aprendizagem. Juntamente com a professora Suzana Maria Coelho, doutora em Didática das Ciências, defini que meu estudo estaria direcionado para o ensino de Física nas Séries Iniciais, dando início à minha pesquisa e integrando-me ao Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências. Conforme mencionei anteriormente, durante a graduação não tive contato com o ensino de Ciências, mesmo assim, minha vontade de aprender me manteve motivada para os estudos das Ciências, em especial, para as noções de Física.

Assim como os sujeitos de pesquisa, também tive que compreender que o ensino de Física vai além da memorização dos conceitos descritos em livros e que somente quando passamos a investigar e compreender o que ocorre em cada fenômeno estudado é que iremos sendo impregnados pelo conhecimento científico. Nesse sentido, percebi a importância do trabalho experimental, do manuseio dos materiais,

da necessidade do teste de hipóteses e da importância do questionamento para a compreensão dos fenômenos envolvidos em cada dispositivo, construído em atividades experimentais. É interessante ressaltar, que não se aprende Física da noite para o dia, mas que essa alfabetização científica é um processo lento, que vai sendo construído gradativamente.

O trabalho com os futuros professores envolvidos na pesquisa também me proporcionou uma vivência diferenciada, visto que todas as minhas práticas ocorrem com crianças e, principalmente, que, há pouco tempo atrás, eu estava no papel em que eles se encontravam, atualmente. A cada encontro realizado nas oficinas, eu percebia, em prática, que questões contempladas em meu referencial teórico, como a dificuldade encontrada entre o saber e o saber fazer (ASTOLFI, 2002; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005; COELHO, NUNES, WIEHE, 2008) não eram apenas limitações dos participantes, mas representavam um obstáculo que necessitava ser superado por mim também.

Além disso, pude perceber a importância de vivenciarmos situações experimentais, pois realmente manifestamos uma forte tendência a reinvestir essas experiências em nossas ações, ou seja, todas as experiências que vivenciei na interação e trabalho com o grupo de pesquisa, além dos conhecimentos que adquiri com essas interações, impulsionaram-me durante a realização das oficinas. Nesse sentido, considero de extrema importância minha participação no Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências, para o desenvolvimento desse trabalho, bem como para o meu desenvolvimento cognitivo, pois o trabalho com o grupo possibilitou-me um olhar de pesquisador que, até então, não possuía. Através de uma construção em conjunto com os integrantes do grupo, os questionamentos, reflexões, discussões e análises desse trabalho foi adquirindo caráter científico e pedagógico.

Quanto à utilização da Informática Educativa como ferramenta de auxílio ao ensino de Ciências, ainda acredito nessa possibilidade, entretanto, pude constatar que essa relação necessita de maior amadurecimento e pressupõe algumas discussões, no que se refere à produção de materiais instrucionais. Considero que verdadeira contribuição deste recurso para o ensino, como discutem alguns autores (VALENTE, 1995; FREIRE; PRADO, 2000; PRADO; VALENTE; 2002; SAMPAIO; LEITE, 1999), diz respeito à maneira como será explorado pelo professor, não tratando-se apenas da criação de jogos e atividades, mas dos objetivos pedagógicos

que esses possuem e que serão aproveitados, visando o desenvolvimento da aprendizagem do aluno e dependendo das exigências de cada situação.

Para concluir, avalio que ainda possuo limitações de conhecimentos na área da Física, entretanto, essa experiência proporcionou-me uma evolução do ponto de vista conceitual, científico e metodológico, pois permitiu-me, através da interação com pesquisadores e futuros professores, uma construção cognitiva baseada na pesquisa, investigação, diálogo e argumentação. As reflexões e questionamentos que surgiram, nesse processo, possibilitou-me repensar minhas atitudes e transformar a minha realidade pessoal, profissional e científica. Agradeço a todos que fizeram parte e, de certa forma, contribuíram para minha evolução.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as considerações finais dessa pesquisa, propondo-se a sintetizar as principais idéias e consequências do trabalho realizado, indicando-se contribuições relevantes e tecendo-se novas pistas para a continuidade da pesquisa.

A fim de possibilitar uma investigação sobre o perfil epistemológico de professores de séries iniciais de Ensino Fundamental, em formação, esta pesquisa foi desenvolvida a partir do estudo da eletricidade estática, analisando-se reações, métodos, atitudes, reflexões, questionamentos, dificuldades e preocupações manifestadas pelos sujeitos, em vivência de uma metodologia, experimental e virtual, para a elaboração de uma unidade didática sobre a temática “Raios, Relâmpagos e Trovões”.

Constatou-se que, apesar da motivação e interesse na temática proposta, esses futuros pedagogos possuíam conhecimentos elementares em Física, o que veio a dificultar a compreensão e explicação dos conceitos e fenômenos estudados. Esses obstáculos conceituais foram evidenciados principalmente na etapa experimental, ressurgindo, posteriormente, durante a construção do software. As limitações conceituais evidenciadas nesses resultados apontam para a deficiência e para a falta de formação em Física nos cursos de formação inicial e continuada, bem como em instituições de Ensino Superior, nos cursos de Pedagogia, remetendo à necessidade de uma formação nesse sentido, proporcionando uma alfabetização científica para professores de séries iniciais.

Algumas limitações metodológicas também puderam ser observadas, dificultando a elaboração da unidade didática a partir da metodologia vivenciada. Mesmo demonstrando noções sobre teorias e pressuposto construtivistas, observou-se que, na prática virtual, as características dessa abordagem ainda não eram evidentes para todos. A falta de apropriação de recursos tecnológicos por parte dos sujeitos, também resultou em dificuldades de transposição dos fenômenos físicos da dimensão experimental para a virtual, dificultando a elaboração de um ambiente virtual estimulador de aprendizagem, que favorecesse a construção do conhecimento científico do aluno, através da investigação, interação e de simulações, através de metodologias que possibilitassem questionamentos e reflexões, visando o desenvolvimento de uma aprendizagem em Física.

Entretanto, algumas reações positivas foram observadas no decorrer da proposta, indicando evolução cognitiva dos sujeitos, do ponto de vista lingüístico e conceitual, a partir da metodologia desenvolvida. Ao final do trabalho realizado, evidenciou-se que os mesmos sujeitos demonstravam maior nível de segurança na explicação dos fenômenos eletrostáticos observados nas atividades experimentais estudadas, adquirindo noções mais aprofundadas a respeito dos fenômenos e conceitos científicos, utilizando-se de uma linguagem mais apropriada em seus discursos. Com esses resultados constata-se a importância do desenvolvimento de atividades experimentais no contexto escolar e de formação de professores, considerando-se que à medida que o sujeito tem a possibilidade de investigar, interagir e observar um dispositivo, mais facilidade terá para compreender os fenômenos e conceitos envolvidos no funcionamento do mesmo.

Essa pesquisa permitiu, ainda, identificar-se o desenvolvimento de processos metacognitivos e tomada de consciência dos sujeitos sobre a importância e necessidade do ensino experimental nas séries iniciais, bem como do desenvolvimento de metodologias vinculadas a uma educação autônoma, na qual o aluno é agente do processo de construção cognitiva, baseado nas experiências, na relação teoria e prática, na mediação e no diálogo, oportunizando noções de Física às crianças desde as primeiras fases escolares. Os resultados obtidos indicam que a metodologia desenvolvida promoveu capacidade reflexiva e consciência investigativa dos futuros professores, criando espaço para diálogo, questionamento e interação, favorecendo a apropriação de novas concepções metodológicas e busca por novas alternativas para a educação em Ciências.

A formação continuada do professor em Física nas séries iniciais pressupõe inúmeras discussões e, na perspectiva da pesquisa, propôs-se a investigar o perfil epistemológico de um grupo de futuros docentes, a partir da vivência de uma metodologia experimental e virtual, estudando o significado que essa proposta assumiu para os sujeitos. Nessa perspectiva, evidenciaram-se traços de um avanço cognitivo e a formação de atitudes e habilidades necessárias para ensino de Física nas séries iniciais, permitindo aos sujeitos uma reflexão sobre a importância da alfabetização científica e da informática educativa, revelando-se uma preocupação com a transposição de um saber teórico para um saber prático. Por essas razões, evidencia-se a importância e necessidade de estudos sobre a formação de professores em Física nas séries iniciais, considerando-se que, ao vivenciarem uma

metodologia experimental e virtual, professores ou futuros professores estejam melhor preparados para fazer algo semelhante com seus alunos futuramente.

Como contribuições pedagógicas para pesquisas e trabalhos posteriores desenvolvidos nas áreas Ciências e da Educação, aponta-se a importância dessa pesquisa para um saber fazer metodológico, considerando-se a trajetória metodológica, instrumental e cognitiva desenvolvida na organização e realização deste estudo.

Este trabalho pressupõe continuidade, pois a análise do software construído aponta para a necessidade de sua reformulação. Estes futuros estudos serão desenvolvidos em novos módulos de oficinas pedagógicas, organizadas pelo grupo de pesquisa, a fim de propiciar momentos de análise, discussão e ampla mediação na reconstrução do material produzido, considerando-se os processos metacognitivos dos sujeitos envolvidos na proposta. Pretende-se, assim, avaliar como se repercute a aplicação do mesmo na prática docente, estudando-se quais elementos do paradigma construtivista serão reinvestidos pelo professor em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Estudo de Caso em Pesquisa e Avaliação Educacional**. Vol 13. série Pesquisa. Brasília: Editora Líber Livro, 2005.

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. **A Didática das Ciências**. Traduzido por Magda Sento Sé Fonseca. 7.ed. São Paulo: Papirus, 2002.

BARROS, Adriana A. P de. **Interdisciplinaridade: o pensado e o vivido – de sua necessidade às barreiras enfrentadas**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação). UESP. Disponível em: <<http://www.intercom.org.br/papers/xxii-ci/gt02/02b05.pdf>>. Acesso em 15/03/06.

BECKER, Fernando. O que é construtivismo? **Revista de Educação AEC**, Brasília, v. 21, n. 83, p. 7-15, abr/jun. 1992.

BORGES, Maria Regina Rabello, MORAES, Roque. **Educação em ciências nas séries iniciais**. Porto Alegre:Sagra,199. 222 p.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Livro 4. Ciências Naturais** . Ensino Fundamental . 1ª a 4ª série. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf> > Acesso em: 10/01/2007

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996.Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm) > Acesso em: Acesso em: 25/05/08

CARVALHO, Cassiano Zeferino de Neto; MELO, Maria Taís de. **Afinal, o que é Tecnologia Educacional?** [2003?] Disponível em <<http://www.uniead.com.br/seminario/oquee.doc>> acessado em: 29/03/06.

CARVALHO. Ana Maria Pessoa de. GIL-PÉREZ. Daniel.**Formação de Professores em Ciências: tendências e inovações**. 8ed. São Paulo: ed. Cortez. 2006.

CAPECCHI, Maria Candida Varoni de Moraes, CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos, **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, BR, v.5, n.3, 2000.

COELHO, Suzana Maria; NUNES, Antônio Dias; WIEHE, Lílian C. Nalepinski. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 25, Nº1, p. 7-34. Abr 2008.

COELHO, Suzana Maria. **Protótipos e Experimentos do Projeto IPE**. Instituto de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. (mimeo)

COELHO, Suzana Maria ; NUNES, António Dias . **Relato de uma Experiência de Formação Continuada e Pesquisa no Ensino das Ciências Físicas**. In: 2ª Reunião Regional da SBPC/RS - A Escola faz Ciência, 2006, Porto Alegre. Anais da 2ª Reunião Regional da SBPC/RS - A Escola faz Ciência. Porto Alegre : SBPC/RS, 2006.

COELHO, Suzana et. al . **Raios, Relâmpagos e Trovões: uma abordagem teórico-prática para sala de aula**. In: 2ª Reunião Regional da SBPC/RS - A Escola faz Ciência, 2006, Porto Alegre. Anais da 2ª Reunião Regional da SBPC/RS - A Escola faz Ciência. Porto Alegre : SBPC/RS, 2006.

COELHO, S. M. et al. Conceitos, atitudes de investigação e metodologia experimental como subsídio ao planejamento de objetivos e estratégias de ensino. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 122-49, ago. 2000.

COLL, César et. al. **O Construtivismo na Sala de Aula**. 6 ed. São Paulo: Ática, 2001.

DEMO, Pedro. **Educar pela Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Autores Associados, 2000.

SCHIEL Dietrich. **Formação de Professores de Ensino Fundamental e Infantil em Ciências e Matemática: Projeto ABC na Educação Científica "A Mão na Massa"** CDCC – USP: São Carlos, [2008]. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/mm/> Acesso em: 12/04/2008

PROGRAMA ABC NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA — MÃO NA MASSA. **Protótipos e Simulações do Projeto Mão na Massa**. Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://educar.sc.usp.br/maomassa/> > acessado em: 14/06/06.

FAERMAN, Marcos, Expansão da Inteligência. **Revista Educação**. Porto Alegre, p. 38-45, set. 1997.

FALKEMBACH, Gilse Antoninha Morgental. Concepção e Desenvolvimento de Material Educativo Digital. **Novas Tecnologias na Educação** – Cinted – UFRGS. V3. N1, Maio, 2005. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a23\\_materialeducativo.pdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/maio2005/artigos/a23_materialeducativo.pdf)> Acesso em: 14/01/2008.

FERREIRA, Norberto Cardoso. **Protótipos e Experimentos do Projeto RIPE**. Instituto de Física da Universidade de São Paulo. (mimeo)

FREIRE, Fernanda Maria Pereira; PRADO Maria Elisabette Brisola Brito. **O computador em sala de aula : articulando saberes**. Campinas, SP : UNICAMP/NIED, 2000.

GIORDAN, André; VECCHI, Gerard. **As Origens do Saber**. Traduzido por Bruno Charles de Magne. Paris: Delachaux & Niestlé, 1987.

GOMES, Alex Sandro ; WANDERLEY, Eduardo Garcia . **Elicitando requisitos em projetos de Software Educativo**. In: WIE 2003 Workshop Brasileiro de Informática Educativa, 2003, Campinas. Ciência, Tecnologia e Atalhos para o futuro - Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas : SBC, 2003. v. V. p. 227-238.

GRANGEAT.Michel (Coord.). **A Metacognição, um Apoio ao Trabalho dos Alunos**. Coleção Ciência hoje – Século XXI. Vol.4. Lisboa: Editora Porto 1997

GRENDENE, Mário Vinícius Canfild. **Metacognição: uma teoria em busca de validação**. 2007. 54p. Dissertação. Mestrado em Psicologia Social, PUCRS. 2007.

GRILLO, Marlene. Exposição Oral: atividade docente e discente. In: ENRICONE, Dêlcia (org.) **Ensino, revisão e crítica**. Porto Alegre: Sagra, 1998.

JUNGBLUT, Airton Luiz. A heterogenia do mundo on-line: algumas reflexões sobre virtualização, comunicação mediada por computador e ciberespaço. **Horiz. antropol.**, Porto Alegre, v. 10, n. 21, 2004 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-71832004000100005&lng=&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-71832004000100005&lng=&nrm=iso)>. Acesso em: 11/10/2008. doi: 10.1590/S0104-71832004000100005.

KLEIN, Julie Thompson. Ensino interdisciplinar: didática e teoria. In: FAZENDA, Ivani. **Didática e Interdisciplinaridade**. Campinas, SP: Papyrus, 1998.

LABURÚ, Carlos Eduardo et al. Controvérsias Construtivistas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n.º. 2, p. 152 – 181, 2001.

LABURÚ, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello. Reflexões Críticas sobre as Estratégias Instrucionais Construtivistas na Educação Científica. **Rev. Bras. Ens. Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 4, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-47442002000400015&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442002000400015&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 25/04/2008. doi: 10.1590/S0102-47442002000400015

LAFORTUNE; Louise; SAINT-PIERRE, Lise. **A Afectividade e a Metacognição na sala de aula**. Traduzido por Joana Chaves. Instituto Piaget. Editora Horizontes Pedagógicos, 1996.

LOMBARD-PLATET, V. L. V.; WATANABE, O. M.; CASSETARI, L. **Psicologia Experimental: Manual Teórico e Prático de Análise do Comportamento**. São Paulo, Edicon. 2003.

LIMA, Maria da Conceição Barbosa. Nascimento e Evolução de uma proposta de apresentação da Física no primeiro segmento do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol. 14 N.º2. p.146-159. Ago 1997.

LIMA, Maria da Conceição Barbosa; ALVES, L de A. Pra quem quer ensinar Física nas séries iniciais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Vol. 12 N.º2. p.107-122. Ago 1995.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONI, Marina de Andrade, LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2003.

MINAYO, Maria Cecília S. (org). **Pesquisa Social-Teoria, Método e Criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1998.

MORAES, Márcia Cristina. Do ponto de interrogação ao ponto: a utilização dos recursos da internet na educação pela pesquisa. In: MORAES, Roque; LIMA,

Valderez Marina do Rosário (org.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 87–101.

MORAES, Roque; LIMA, Valderez Marina do Rosário (org.). **Pesquisa em sala de aula: tendências para a educação em novos tempos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MORAES, Roque. **Participando de jogos de aprendizagem: a sala de aula com pesquisa.** Porto Alegre, p. 113 – 128. 2004.

\_\_\_\_\_. **Construtivismo e ensino de ciências : reflexões epistemológicas e metodológicas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. 230 p.

\_\_\_\_\_. Análise de Conteúdo. **Revista Educação.** Porto Alegre, n.37, p. 7-32, mar. 1999.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarcísio; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** 7ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2000.

OSTERMANN, Fernanda. **A Física na formação de professores do ensino fundamental.** Porto Alegre. Ed. da Universidade / UFRGS, 1999. 151 p.

OSTERMANN, Fernanda; PRADO, Sandra D.; RICCI, Trieste dos S. F. Desenvolvimento de um software para o ensino de fundamentos de Física Quântica. **Física na Escola**, v.7, n.1, 2006.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. O Ensino de Física na Formação de Professores de 1a a 4a séries do 1o grau: entrevistas com docentes. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Vol. 7 N°3. p.171-182. Dez 1990.

PERRENOUD, Philippe. **10 Competências para Ensinar.** Porto Alegre, RS: Artes Médicas Sul, 2000.

PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; VALENTE, José Armando. **A Formação na Ação do Professor: Uma Abordagem na e Para Uma Nova Prática Pedagógica.** In: Formação de educadores para o uso da informática na escola. VALENTE, José Armando (Org.) Núcleo de Informática Aplicada à Educação. Campinas, SP: UNICAMP, 2002.



PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças :repensando a escola na era da informática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1994. 210 p.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio, 1974.

PRETTO, Nelson de Luca. **Uma escola sem/com futuro: educação e multimídia.** 4ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1996.

RIBEIRO, Célia. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicol. Reflex. Crit.** , Porto Alegre, v. 16, n. 1,2003 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-79722003000100011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722003000100011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 23 Jan 2008.

SAMPAIO, Marisa Narcizo; LEITE, Lígia Silva. **Alfabetização tecnológica do professor.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1999.

SANTOS, E. I. ; PIASSI, L. P. C. ; FERREIRA, N. C. . **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de física: uma experiência em formação continuada.** In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo : Sociedade Brasileira de Física, 2004.

SCHEIN, Zenar Pedro ; COELHO, Suzana Maria . O Papel do Questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 1, p. 72-98, 2006.

SÉRÉ, Marie-Geneviève. O Papel da experimentação no Ensino da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, edição especial, p. 31-42, 2001.

SCHROEDER, C. **Um currículo de Física para as quatro primeiras séries do ensino fundamental.** 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Física) – Faculdade de Física. UFRGS, Porto Alegre, 2004.

\_\_\_\_\_. A importância da física nas quatro séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Física** (São Paulo), v. 29, p. 91-96, 2007.

TEODORI, Camila ; TOMAZELLO, M. G. C. . **Ciências/Física na sala de aula em séries iniciais: estudo da argumentação dos alunos.** In: 2ª Mostra Acadêmica Unimep, 2004, Piracicaba. 2ª Mostra Acadêmica UNIMEP, 2004. v. 1. p. 1-3.

VALENTE, José Armando. **Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação**. 1993. Disponível em:  
<[http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?classe=livro&cod\\_publicacao=2](http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/pub.php?classe=livro&cod_publicacao=2)>  
Acesso em: 17/03/2008

VIANNA, Deise Miranda, CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Do fazer ao ensinar ciências: a importância do episódios de pesquisa na formação de professores, **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.1-22, 2001.

VIEIRA, Rui Manoel de Bastos. **Física nas Primeiras Séries do Ensino Fundamental: Um Ensaio na Formação Inicial de Professores**. 2005. 194 p. Dissertação (Mestrado de Educação em Ciências)- Faculdade de Educação, Instituto de Física, USP, São Paulo, 2005.

WEISS, Alba Maria Lemme. **A informática e os problemas escolares de aprendizagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001. 104 p.

WESTPHALA, Murilo; PINHEIRO, Thais Cristine. **O objetivo obstáculo segundo Astolfi: uma análise da formação prática do professor de Ciências**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005. Anais eletrônicos. Rio de Janeiro, SBF, 2005. Trabalho 229-4. Disponível em:  
<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0229-4.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2008.

ZABALZA, Miguel A: **O Cotidiano na Educação Infantil: os dilemas práticos dos professores**. Porto Alegre: PUCRS VIRTUAL, 2002. 1 videocassete (90 min), VHS, son., color.

ZIMMERMANN, Erika; EVANGELISTA, Paula Cristina Queiroz. Pedagogos e o ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** Vol. 24, Nº2, p. 261-280. Ago 2007.

ZORZO. Calcilda Maria; SILVA, Lauraci Dondé da; POLENZ, Tamara (Orgs.). **Pedagogia em Conexão**. Canoas: ULBRA, 2004.