
ENSINO DE FÍSICA NAS SÉRIES INICIAIS: UM ESTUDO DE CASO SOBRE FORMAÇÃO DOCENTE^{+*1}

Cristiane Rodrigues de Rodrigues

Suzana Maria Coelho

Aline Scaramuzza Aquino

Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências – GPDC

Faculdade de Física – PUCRS

Porto Alegre – RS

Resumo

O presente trabalho apresenta resultados parciais de uma pesquisa desenvolvida com o objetivo de investigar o perfil epistemológico, atitudes e reações de futuros professores de séries iniciais do Ensino Fundamental, num contexto de oficinas centradas na experimentação com materiais de baixo custo no campo da eletricidade estática. A principal técnica de coleta de dados foi a observação participante. Os resultados apontam obstáculos de ordem conceitual, linguística e psico-cognitiva, mas indicam também reações positivas, por parte dos sujeitos da pesquisa, como preocupação com a prática docente e com a aprendizagem do aluno. A

⁺ The Physics Teaching in Primary School – a case study on teacher education

* Recebido: maio de 2008.

Aceito: abril de 2009.

¹ Este trabalho integra resultados parciais da Dissertação de Mestrado *Ensino de Física nas Séries Iniciais: Um Estudo de Caso sobre Formação Docente com Ênfase na Experimentação e na Informática Educativa*, apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, da Faculdade de Física, na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em agosto de 2008.

maioria dos participantes manifestou ideias condizentes com concepções construtivistas de ensino e aprendizagem, mas permaneceram, em alguns discursos, indícios de dificuldades de ruptura com modelos pedagógicos tradicionais. Concluiu-se que a metodologia experimental, além de ter favorecido o desenvolvimento cognitivo e de atitudes investigativas, possibilitou, graças à mediação e à interação propiciadas, uma tomada de consciência de possíveis estratégias didático-pedagógicas inovadoras em sala de aula.

Palavras-chave: Formação de professores; ensino de Física; séries iniciais.

Abstract

This study presents the partial results of a research developed aiming at investigating the epistemological profile, attitudes and reactions of future Primary School teachers. It was developed through workshops focused on experimentation with low-cost materials in the field of static electricity. Participative observation was the main technique used for data collecting. The results have pointed out conceptual, linguistic and psycho-cognitive obstacles, but they have also shown positive responses from the research subjects such as concern with their teaching practice and the student's learning. Most participants presented ideas which agreed with constructivist concepts regarding teaching and learning, however, contradictions indicating difficulties in breaking with traditional pedagogical patterns remained in some speeches. It was concluded that the experimental methodology besides having favored cognitive development and investigative attitudes, it also made possible, thanks to mediation and interaction, an awareness on the use of innovative pedagogical strategies in the classroom.

Keywords: Teacher education; Physics Teaching; Primary School.

I. Introdução

Atividades desenvolvidas por professores de séries iniciais têm se destinado quase exclusivamente ao letramento e às primeiras noções numéricas. Entretanto, 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.

Os fenômenos físicos, estando diretamente ligados à natureza, fazem parte do cotidiano dos alunos, sendo, frequentemente, trazidos e questionados por eles em sala de aula. Porém, a fim de que esse conhecimento passe a fazer parte da realidade escolar, primeiramente, torna-se necessária sua apropriação pelos professores. Pesquisas realizadas nesta área (OSTERMANN, 1999) apontam para uma deficiência ou ausência de disciplinas de Ciências nos cursos de Pedagogia e nos cursos destinados à formação de professores. Percebe-se, assim, a importância de estudos específicos sobre a formação em Ciências nesse nível de escolaridade.

Buscou-se investigar, neste trabalho, o perfil epistemológico, atitudes e reações de futuros professores de séries iniciais, em situação de aprendizagem, num contexto de vivência e construção de uma metodologia experimental para o ensino de Ciências, no campo da eletricidade, sob enfoque construtivista.

II. Fundamentação teórica

Conforme pressupostos epistemológicos construtivistas, os processos de aprendizagem ocorrem na interação do sujeito com o meio social e material, a partir da confrontação de ideias e de ações. Considera-se que as informações não estão acabadas e que o conhecimento não vem “pronto”, mas é construído através da troca de experiências, das interações e do diálogo entre os sujeitos. Segundo Becker (1994, p. 88):

Construtivismo significa isto: a idéia de que nada, a rigor, está pronto, acabado, e de que, especificamente, o conhecimento não é

dado, em nenhuma instância, como algo terminado. Ele se constitui pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com o simbolismo humano, com o mundo das relações sociais [...].

Uma prática pedagógica mediada, que privilegie o compartilhar de experiências e a valorização do conhecimento prévio, pode possibilitar a construção de novas relações, ampliando o conhecimento dos sujeitos envolvidos nesse processo. Vários autores (GIORDAN; VECCHI, 1996; MORAES, 2005; SHEIN; COELHO, 2006) mencionam a importância do questionamento na aprendizagem. O sujeito passa a exercer um papel ativo, dialogando, interagindo, elaborando hipóteses e criando soluções para problemas, desenvolvendo, assim, certas capacidades como questionar, refletir e argumentar. Esse exercício pode oportunizar a prática da pesquisa em sala de aula. Para Moraes (2005, 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.

Esses processos investigativos não ocorrem isoladamente, mas são construídos de forma coletiva, possibilitando que ensino e aprendizagem adquiram significado. Nesse sentido, o diálogo passa a ser um importante instrumento na 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 às ideias e pensamentos dos demais. Com essa interação, sua rede cognitiva reestrutura-se e atinge outros níveis de complexidade. Segundo Barros (1999, p. 3):

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.

O importante, nessa 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. É por meio da reorganização dos saberes, anteriores e novos, bem como do diálogo e da troca de experiências, que poderá ocorrer transformação e apropriação do conhecimento.

Segundo Coll (2001, p. 20), no processo de aprendizagem:

[...] 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.

Essa abordagem poderá incentivar o pensamento crítico e atitudes questionadoras nos sujeitos, motivando-os a serem eles próprios construtores do conhecimento, favorecendo processos de metacognição (ASTOLFI; DEVELAY, 2006; LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996; GRANGEAT et al., 1997; BECKER, 1999).

A metacognição relaciona-se à concepção construtivista (LAFOURTUNE; SAINT-PIERRE, 1996), envolvendo os processos internalizados e reflexivos ocasionados pelas mudanças e a consciência do sujeito sobre o seu próprio desenvolvimento cognitivo. 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 autorregulação (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).

Nesse sentido, buscou-se abordar na pesquisa a formação continuada do professor, no processo de reflexão sobre sua própria ação, na qual as experiências são relatadas e analisadas, a fim de explorar a aprendizagem dos participantes.

Além desse enfoque, visou-se caracterizar aspectos que envolvessem competências e habilidades de um professor em sua prática, como os conhecimentos específicos da área de Física e os conhecimentos metodológicos para sua aplicação em sala de aula.

III. Metodologia

III.1 Abordagem metodológica

Optou-se por uma abordagem metodológica qualitativa, considerando-se o estudo de caso etnográfico como estratégia de pesquisa. Um grupo de futuros professores com interesse comum de aprender para ensinar Ciências nas séries iniciais constituiu os sujeitos da pesquisa. Os dados foram coletados a partir da técnica da observação participante e do princípio do estranhamento (ANDRÉ, 2005). Conforme pressupostos etnográficos, na observação participante, há interação do pesquisador com os sujeitos da pesquisa, enfatizando-se mais o processo do que o produto. Por outro lado, segundo o princípio do estranhamento, mantém-se certo recuo do pesquisador em relação aos participantes e à situação estudada, o que permite compreender e retratar melhor a perspectiva dos sujeitos da pesquisa nesse contexto. Conforme Ludke 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 algo que está em permanente processo de construção.

III.2 Constituição e organização do grupo de pesquisa

O grupo de pesquisa para realização deste trabalho constituiu-se de uma mestranda, uma bolsista de iniciação científica, um doutorando em Gerontologia Biomédica e a professora orientadora e coordenadora do grupo.

Semanalmente ocorreram reuniões para leitura e discussão de textos e artigos, bem como a construção e teste de dispositivos experimentais e estudo das possibilidades metodológicas a serem desenvolvidas no decorrer da pesquisa. Durante a realização da coleta de dados e após a conclusão das atividades, o grupo de estudos permaneceu com reuniões para transcrição, análise e discussão do material coletado.

III.3 Sujeitos da pesquisa

O estudo foi realizado num contexto de oficinas pedagógicas oferecidas como curso de extensão gratuito para formação continuada docente, com encontros semanais, totalizando uma carga horária de cinquenta horas.

A partir do levantamento do perfil dos participantes – oito indivíduos com possibilidade de atuação nas séries iniciais – 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.

III.4 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados ocorreu em todos os encontros, com gravação das falas em fita cassete, a fim de se manterem os registros orais dos participantes e intervenções dos pesquisadores. Esse foi um dos principais instrumentos de coleta de dados, cuja transcrição permitiu a seleção dos trechos em que os sujeitos manifestavam suas reações. Além disso, as atividades também foram registradas através de fotografias das situações de montagem e de teste dos dispositivos experimentais, produção escrita através de registros em diários e outros documentos, como questionários e relatórios das atividades realizadas nas oficinas.

III.5 Oficinas

A proposta metodológica das oficinas teve por objetivo a construção e a exploração conceitual e didática de dispositivos experimentais, a fim de oportunizar aos sujeitos a tomada de consciência da importância do ensino experimental em Ciências nas séries iniciais. Articulou-se, em torno de um eixo principal, a introdução à eletricidade estática, envolvendo, além do estudo e compreensão de fenômenos físicos, o conhecimento de metodologias de ensino que ofereçam alternativas para a utilização de recursos auxiliares e facilitadores da prática docente, proporcionando vivências com situações de aprendizagem, através de experimentação,

diálogo, interação, reflexão e pesquisa em sala de aula.

Adotaram-se os projetos RIPE² e IPE³ como bases para o trabalho, uma vez que esses também desenvolvem pesquisas em contexto de construção de protótipos experimentais, com a utilização de materiais de baixo custo.

Optou-se por construir coletivamente um planejamento, elaborado a partir do interesse e das necessidades dos sujeitos, com base em pressupostos construtivistas. A não-linearidade na apresentação dos conteúdos e a flexibilidade no planejamento visaram oportunizar segurança, autonomia e liberdade de expressão aos sujeitos. Os participantes poderiam expressar dúvidas, curiosidades e trazer assuntos de seu interesse, fazendo retomadas e estabelecendo relações com assuntos estudados ou não, no decorrer do planejamento.

Definiu-se, conjuntamente, o tema “Raios, Relâmpagos e Trovões”, visando à elaboração de uma unidade didática. Esses fenômenos fazem parte do cotidiano, despertando curiosidade e interesse nas crianças e, algumas vezes, são pouco compreendidos pelos professores (COELHO; NUNES; WIEHE, 2008). Além disso, o estudo desses fenômenos permite conscientizar as crianças a respeito de medidas de segurança e proteção em dias de tempestades.

A mediação dos pesquisadores e dos próprios sujeitos da pesquisa ocorreu ao longo de todo o processo. O espaço para a comunicação em grupo foi viabilizado de maneira a proporcionar a confrontação de ideias, intervenções e mediações dos sujeitos e dos pesquisadores, quando necessárias. Os professores desenvolveram metodologias experimentais, a partir da construção de dispositivos eletrostáticos, interpretando fenômenos e construindo conceitos.

Os trabalhos foram realizados em grupos, oportunizando momentos de criação e teste de hipóteses, reflexão, interação, argumentação e pesquisa sobre os dispositivos construídos, incluindo pesquisas bibliográficas. Na socialização em grande grupo, ocorreu confronto de ideias, troca de experiências e debates.

² 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.

³ Instrumentação para o Ensino (IPE) – Projeto desenvolvido na Faculdade Física da PUC-RS, 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.

III.5.1 Exemplos de atividades desenvolvidas nas oficinas

Neste artigo são apresentados, essencialmente, resultados obtidos em atividades investigativas com Pêndulos Eletrostáticos e Eletroscópios Lúdicos⁴, utilizados com o objetivo de estudar e compreender processos de eletrização por atrito, contato e indução, bem como noções de materiais isolantes e condutores, envolvendo o conceito de carga elétrica. A escolha desses dispositivos está relacionada à elaboração da unidade didática que se destinou a esclarecer questões referentes aos processos de eletrização das nuvens, descargas elétricas e medidas de proteção contra as mesmas, visando facilitar a compreensão dos fenômenos dos raios, relâmpagos e trovões para sua possível inclusão no ensino de Ciências das séries iniciais.

III.6 Análise dos dados

Através da técnica de análise de conteúdo, efetuou-se a elaboração de categorias de análise (MORAES, 1999; MINAYO, 1994; FRANCO, 2003), 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 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. A partir de discussões entre sujeitos com diferentes interpretações dos dados, o processo de análise tornou-se dinâmico e enriquecedor, à medida que contemplou as leituras de cada pesquisador.

⁴ Outros protótipos como dispositivos para estudar o Poder das Pontas, Eletróforo de Volta, Gaiola de Faraday (sistema de blindagem) e Garrafa de Leyden (fabricando faíscas), foram construídos, visando estudar como ocorre uma descarga elétrica, aprendendo noções de campo elétrico e diferença de potencial elétrico. Também houve exploração da Máquina de Nairne, nesse contexto.

IV. Resultados

IV.1 Considerações sobre a motivação e o perfil epistemológico dos participantes

A busca de conhecimentos específicos de Física e de conhecimentos metodológicos para o ensino de Ciências reflete uma preocupação com a própria formação. Essa foi a principal motivação revelada pelos participantes na sondagem inicial, composta por questionário individual e entrevista coletiva oral. Observou-se, também, **entusiasmo e expectativas positivas** relacionadas à metodologia proposta na apresentação da oficina:

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

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

Os extratos da entrevista oral exemplificam algumas concepções dos professores ao serem questionados sobre a metodologia da experimentação, revelando características de sua **epistemologia inicial**. Evidenciaram-se sinais de **concepções construtivistas** como, por exemplo, a preocupação com o **desenvolvimento cognitivo do aluno** e a importância da **participação ativa** deste na construção do próprio conhecimento, através da **relação entre teoria e prática** e do **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 [...].*

Na concepção dos sujeitos, quando o aluno se torna participativo, curioso, interessado, investigador, criativo e cooperativo, a aprendizagem é beneficiada. Essa concepção aparece reiteradas vezes no seu discurso, quando manifestam sua preocupação com a formação de um aluno agente e o desenvolvimento de habilidades e de atitudes investigativas, visando despertar a capacidade de questionar, pensar e interagir nas crianças:

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[...].*

Percebeu-se preocupação, por parte dos sujeitos, com o quê e como ensinar. Apesar de a maioria dos sujeitos manifestarem ideias permeadas por pressupostos construtivistas, evidenciaram-se incoerências no discurso de alguns, como, por exemplo, a utilização dos termos como “passar” e “transmitir”, indicadores de um modelo transmissivo do conhecimento:

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

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

Discrepâncias evidenciadas no discurso dos sujeitos, considerando ideias relativas a modelos tradicionais e modelos inovadores de ensino, podem indicar uma dificuldade de ruptura e mudança de modelo pedagógico, como sugerem alguns autores (ASTOLFI; DEVELAY, 2006; WESTPHALA; PINHEIRO, 2005). Essas contradições podem significar que futuros professores ainda tendem a reproduzir o comportamento tradicional do ensino que vivenciaram, enquanto alunos, e a não estarem preparados para transformar um saber teórico em um saber prático.

Concepções sobre papéis conferidos pelos sujeitos da pesquisa à experimentação puderam ser identificadas, denotando-se ideias de que o professor deve possibilitar ao aluno a criação de elos entre os conhecimentos teóricos e práticos através da experimentação, na qual o aluno constrói, manipula, testa, questiona e apropria-se da teoria para explicar o que observa. Assim, a partir dessa relação dialética entre teoria e prática, para os participantes, os alunos conseguem aprender melhor Ciências:

Sujeito D: *[...] somando praticidade e teoria tu tens 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.

A maioria dos participantes afirma nunca ter realizado atividades experimentais em Física, durante sua formação, incluindo a acadêmica:

Sujeito B: [...] nunca tive essa parte de experimentos, nada concreto, só mais teórico.

Os extratos anteriores indicam a falta de conhecimentos experimentais dos sujeitos no campo das Ciências. Supõe-se que essa limitação, por sua vez, possa dificultar o desenvolvimento de experimentação em Ciências em sua futura prática docente. As dificuldades conceituais evidenciadas nesses resultados apontam para a deficiência e/ou falta de formação em Física nos cursos de Pedagogia e cursos de formação inicial ou continuada, remetendo à necessidade de uma formação nesse sentido, visando uma alfabetização científica de professores de séries iniciais.

IV.2 Obstáculos e reações observadas em situação experimental

IV.2.1 Construção e montagem dos dispositivos experimentais

Foram constituídos dois grupos (denominados um e dois), organizados de maneira que integrassem um participante com conhecimentos superiores em Física, no intuito de promover interação entre sujeitos com níveis de conhecimentos diferentes. Os demais participantes organizaram-se por afinidade.

IV.2.1.1 Obstáculos de ordem conceitual

Dificuldades conceituais, devido à falta de conhecimentos em Física dos sujeitos, foram um dos principais obstáculos encontrados na construção dos dispositivos eletrostáticos. Para introduzir o estudo dos 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 respondeu ao questionamento, tentando formular uma explicação sobre o fenômeno observado. Mesmo apresentando algumas ideias sobre cargas positivas e negativas, isolantes, condutores e fio terra, o sujeito apresentou dificuldades na elaboração de explicações, advindas de um conhecimento elementar a respeito dos fenômenos eletrostáticos. Essa dificuldade constitui um dos principais obstáculos enfrentados no processo de formação vivenciado pelos sujeitos:

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 -!*

O extrato anterior revela limitações no conteúdo de Física, pois o sujeito refere-se a um conhecimento livresco, em que apenas é mencionada uma imagem memorizada, sem fundamentação teórica descritiva ou argumentativa com base em conceitos de eletricidade.

IV.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. Na construção dos Pêndulos e Eletrocópios Lúdicos, evidenciaram-se momentos de **dependência** dos sujeitos com nível elementar de conhecimento em relação aos sujeitos com nível de conhecimento superior.

Alguns permaneceram **inseguros, introvertidos e receosos** nos encontros iniciais. Constatou-se, nesses sujeitos, dificuldade durante a construção dos dispositivos como, por exemplo, não saber qual material utilizar ou como realizar 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?

Os resultados apontam falta de vivência com atividades experimentais e conhecimentos limitados em Física, fatores que contribuem para justificar os obstáculos identificados.

Em ambos os grupos, observaram-se **dificuldades para desenhar** os dispositivos:

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

Durante a construção dos Eletroscópios Lúdicos (Figuras no anexo A), desenhar o objeto pareceu ser a tarefa mais complicada para os participantes da oficina, principalmente pelo fato de que o formato do mesmo pudesse afetar seu funcionamento.

IV.2.1.3 Reações positivas observadas

Evidenciaram-se em alguns sujeitos **concentração e atenção** na leitura do material instrucional que orientou a construção dos dispositivos, tendo sido analisados e discutidos cada um dos itens explicativos do roteiro. Esse procedimento, embora tenha exigido mais tempo, garantiu o bom funcionamento dos protótipos.

No contexto de construção dos Pêndulos e Eletroscópios Lúdicos, bem como na construção do Dedo de Deus e da Igrejinha (Figuras no anexo A), **criatividade e autonomia** manifestaram-se na criação de novos formatos para os modelos de dispositivos e na ousadia para alterar e adaptar os modelos apresentados, com criação de imagens lúdicas que pudessem ser atrativas às crianças (Figura 1):



Fig. 1 – Eletroscópio Lúdico
"Fantasma de Caveira".

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

Sujeito E: *Eu fiz um coração...*

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

Pôde-se observar preocupação de alguns sujeitos **com a exploração didática dos dispositivos**, adaptando os desenhos e conteúdos ao universo infantil, a fim de que se tornassem atraentes, lúdicos e, ao mesmo tempo, compreensíveis às crianças.

IV.2.2 Teste dos dispositivos e interpretação dos fenômenos eletrostáticos

IV.2.2.1 Obstáculos de ordem conceitual e linguística

Nesse contexto, evidenciaram-se obstáculos conceituais relacionados às dificuldades para explicação dos fenômenos observados como, por exemplo, os fenômenos de eletrização, atração e repulsão elétricas, envolvendo o conceito de carga elétrica, e ao desconhecimento dos 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 linguística, como a utilização de termos antropomórficos que divergem do discurso científico. As causas mais frequentes atribuídas ao fenômeno elétrico observado são a interferência do vento e o aquecimento do canudo (Figura 2):

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

Sujeito C: *É que ele esquentou e repeliu.*

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 outras pesquisas nas quais foram evidenciadas reações e concepções semelhantes, com alunos de oitava série (COELHO et al., 2000), corroborando os resultados atuais obtidos. A utilização de termos como “grudar”, “levantar”, “subir” e “fugir” nas explicações dos fenômenos de atração e repulsão elétricas aparecem reiteradas vezes no discurso de alguns sujeitos:

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,*



Fig. 2 – Teste do Eletroscópio Lúdico “Homenzinho”.

conforme eu vou indo ele vai indo também, olha.

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

Durante a mediação das pesquisadoras, alguns participantes observaram um erro em uma das montagens do Eletroscópio Lúdico “Bonequinha” e questionaram a utilização dos materiais, palito de madeira ou canudo de plástico, na sustentação do objeto:

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 que? 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!*

Nessa etapa, percebem-se as primeiras **dificuldades dos participantes na identificação dos materiais isolantes e condutores**, ao afirmarem que a madeira estava se comportando como isolante, em substituição ao canudo.

IV.2.2.2 Reações positivas observadas

Alguns sujeitos identificaram seus erros, **elaborando hipóteses** desde a montagem e, outros, somente durante o teste dos dispositivos experimentais. É importante salientar que a busca de respostas, na tentativa de solucionar dúvidas, possibilitou novos questionamentos e reflexões.

Ao testar o funcionamento do Pêndulo Eletrostático Simples e observar detalhadamente os fenômenos de atração e repulsão elétricas, um dos sujeitos elaborou a hipótese de que ocorrera uma troca de sinal da carga do disco metálico, supondo que cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais contrários se atraem. Nessa 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.*

Questionamentos sobre o fenômeno da descarga elétrica ocorrida no toque do dispositivo com a mão (fio terra) aparecem no diálogo entre uma participante com conhecimentos elementares e uma participante com conhecimentos superiores em Física, o que sugere a importância da **interação** na construção do 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.*

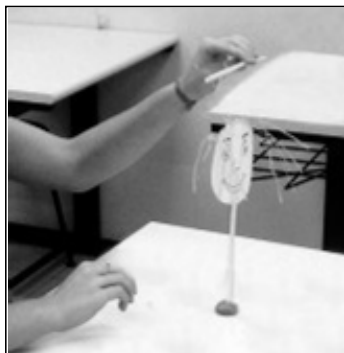


Fig. 3 – Teste do Eletroscópio Lúdico “Bonequinha”.

Em várias ocasiões, os participantes manifestaram **atitudes investigativas**. Na situação de teste do Eletroscópio Lúdico (Fig. 3), por exemplo, o sujeito confronta sua ideia prévia, a respeito da causa do fenômeno, ao resultado do experimento, falseando sua ideia de que a atração entre o canudo atritado e o cabelo da boneca, feito de papel seda, seria originada pelo vento. A pesquisadora, que observa a reação da participante, problematiza a situação com uma nova pergunta envolvendo o aterramento do eletroscópio. Outro sujeito intervém e elabora uma 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.*

Observaram-se reações de **surpresa, desejo de aprender, conhecer melhor os fenômenos, comprometimento e interesse**, à medida que ocorria o envolvimento com a exploração do experimento, durante as ações de manipular, testar, criar e explicar os fenômenos:

Sujeito H: *Olha aqui, que legal! Quicaram!*

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

Solidariedade, receptividade e incentivo entre os integrantes dos grupos foram outras reações observadas, as quais proporcionaram segurança, motivação e entusiasmo para o levantamento de hipóteses durante o teste dos dispositivos:

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 “Homenzinho”)

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.*

IV.2.3 Elaboração de questões a respeito dos fenômenos eletrostáticos

O objetivo desta atividade foi possibilitar aos sujeitos a formulação de 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. Propôs-se um jogo reconstrutivo, inicialmente em duplas, visando elaboração conjunta e gradativa de questões. A análise desse material permitiu constatar reações, classificadas em três categorias que são discutidas à luz de exemplos de questionamentos a respeito dos fenômenos de atração e repulsão elétricas observadas em relação ao Pêndulo Eletrostático Simples, apresentadas a seguir.

IV.2.3.1 Formulação de 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 formuladas pelos sujeitos está nessa categoria, na qual são formuladas questões cujas respostas são desconhecidas, ocorrendo elaboração de hipóteses sem a necessidade de respostas prontas:

Exemplo 1: 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?*

Exemplo 2: 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.*

O extrato que segue apresenta exemplos de questionamentos elaborados pelos sujeitos:

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 com papel ao aproximar-se da folha? Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel?

A espontaneidade é uma característica marcante relativa a essa categoria, mostrando que os sujeitos não se inibiram ao formular perguntas, tampouco demonstravam preocupação com o vocabulário, manifestando dúvidas e curiosidade em aprender.

IV.2.3.2 Questionamento com perguntas para crianças

O uso de termos que facilitem a compreensão das crianças é uma preocupação presente nos sujeitos, no intuito de aproximação de sua linguagem à do universo infantil. O exemplo, a seguir, ilustra essa preocupação:

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 B: Por que precisamos atritar o canudo?

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?*

Os sujeitos demonstram uma preocupação com a clareza da questão, frequentemente utilizando palavras no diminutivo e substituindo termos técnicos, como “artritar”, por uma linguagem do saber popular, como “esfregar”.

IV.2.3.3 Formulação de questões pensando em respondê-las

Nesta categoria, enquadram-se reações em que os sujeitos demonstram preocupação em buscar respostas, deixando a formulação de questões, propriamente dita, em segundo plano:

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: *A gente tem que fazer perguntas. Como é que a gente pode questionar? Não é explicação.*

O referido extrato mostra que a dupla (C e D) tenta interpretar o fenômeno com intenção de formular uma explicação científica para a situação observada, identificando-se, nessa situação, a preocupação dos mesmos em encontrar respostas corretas.

IV.2.4 Reformulação das questões e elaboração de respostas

A etapa de formulação das questões, em duplas, foi sucedida por outra, na qual houve a apresentação das questões em grande grupo e, posteriormente, seguiu-se com a terceira etapa, de reformulação das questões e tentativa de respostas, também em duplas.

Esse processo culminou com a socialização de todo o trabalho, em grande grupo, mediado pelos pesquisadores, cujos resultados encontram-se resumidos no anexo B.

No processo de reformulação e busca de soluções às questões, ocorreram novos testes de hipóteses. Observaram-se algumas dificuldades conceituais associadas às explicações, como, por exemplo, a utilização do termo “carga igual” em vez de cargas de mesmo sinal, também evidenciadas em outros trabalhos com professores do Ensino Médio (COELHO; NUNES; WIEHE, 2008).

O extrato a seguir 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. Aquela lei: os opostos se atraem. Pronto! Tá pronta essa aí.*

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

Sujeito H: *Em todo o canudo, não é? Atritado será que fica bom? Energizado fica melhor.*

A utilização do termo “energizar” em vez de eletrizar sugere que o conceito de carga elétrica ainda não tenha sido totalmente compreendido, uma vez que este não estava sendo diferenciado do conceito de energia.

Apesar de ainda utilizarem alguns termos equivocados, no decorrer do processo, os sujeitos passaram a **compreender melhor os conceitos envolvidos**, como ilustra a discussão seguinte, a respeito de materiais isolantes e condutores:

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.*

Nesse extrato, evidenciaram-se questionamentos envolvendo processos de eletrização e o comportamento elétrico dos materiais (madeira, borracha, metais e plástico).

No exemplo que segue, observou-se que um dos sujeitos **percebe a 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:

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 tá. Vamos ver.*

Sujeito G: *Não precisa anotar no caderninho.*

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

Com essa atividade, os sujeitos puderam tomar consciência de que saber utilizar-se de problemáticas e questionamentos que surgem em sala de aula é uma possibilidade metodológica na prática docente. Além desse, outros exemplos de questionamentos podem ser observados no anexo B.

IV.3 Processo de mediação

A mediação ocorreu durante todo o processo de desenvolvimento das oficinas, mas os resultados apresentados referem-se somente a reações manifestadas no contexto de formulação e reformulação das questões sobre os Eletroscópios. Esse momento foi fundamental na ampliação dos conhecimentos e da linguagem dos sujeitos da pesquisa, tendo favorecido a apropriação do conhecimento científico. Com o intuito de explorar as explicações acerca dos fenômenos físicos observados e as diferentes compreensões dos mesmos, as pesquisadoras procuraram problematizar as discussões entre os sujeitos. A mediação exercida pelas pesquisadoras, por meio de questionamentos que provocaram e estimularam o raciocínio dos sujeitos, possibilitou-lhes a tomada de consciência do conhecimento que estavam adquirindo e, portanto, dos seus papéis ativos neste processo de reestruturação

linguística e conceitual. As análises, a seguir, referem-se aos questionamentos a respeito dos fenômenos de atração e repulsão elétricas (outros exemplos podem ser observados no anexo B):

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 fígada 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 inadequado, enfatizando onde está o problema).

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

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

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

Sujeito D: *É que assim... quando vai aproximando... ele... ele primeiramente faz uma atração, um contato inicial... prá 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.*

Nesse tipo de intervenção, com questionamentos e retomadas, o sujeito consegue, por um processo lento e gradual, com avanços e retrocessos, constatar

onde estão seus erros e repensar suas ideias, a partir das orientações do professor e da interação com os colegas, construindo novos conhecimentos.

É interessante notar a tomada de consciência da professora licenciada em Física, no diálogo com dois sujeitos que possuem conhecimentos elementares em Física, da impossibilidade de eletrizar por contato o Pêndulo Eletrostático Duplo (de canudos), conforme é ilustrado no extrato que segue:

Pesquisadora: *Por que está acontecendo isto? Tens ideia 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 em vez 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: *Colocar 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 que?*

Sujeito G: *O material é diferente?*

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

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

Cabe ressaltar que os sujeitos com conhecimentos elementares de Física chegaram a uma explicação antes da professora licenciada em Física, o que a surpreendeu. Isso demonstra as dificuldades que professores de Ciências vivenciam em suas práticas docentes, com falhas nos modelos científicos e um receio de errar que barra seu desenvolvimento cognitivo. As oficinas proporcionaram aos participantes a tomada de consciência da necessidade de aprimorar conhecimentos específicos de Física e também conhecimentos metodológicos referentes ao ensino de Ciências, considerando o fato de que cada um de seus alunos terá compreensões e experiências de vida diferentes e, portanto, um olhar diferente sobre cada tema proposto. 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, 1996; COELHO et al., 2006; SCHEIN; COELHO, 2006) também defendem ideias semelhantes em suas pesquisas, corroborando os resultados deste trabalho, que ressalta a importância da função mediadora do professor na apropriação de conhecimentos científicos.

IV.4 Tomada de consciência

Na fase final das oficinas, fez-se uma entrevista semiestruturada, oral e coletiva, na qual os participantes tiveram oportunidade para comentar e refletir sobre o quê e como aprenderam, avaliando a metodologia utilizada nas situações de aprendizagem que vivenciaram, ou seja, foi possível analisar como tomaram consciência dos processos de construção do conhecimento. Através da análise desse material, pôde-se extrair algumas concepções dos sujeitos a respeito do ensino experimental, do modo como veem o ensino de Ciências, do que foi significativo em suas aprendizagens e de como poderão melhor contribuir para a aprendizagem de seus alunos:

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 ideias.*

Constatou-se que a metodologia proposta permitiu aos sujeitos refletirem sobre a ideia do aluno como centro do processo, assim como sobre a importância do professor partir de experiências concretas, a fim de favorecer o desenvolvimento cognitivo. Na concepção dos sujeitos, utilizar-se do ensino experimental para explicar fenômenos da natureza auxilia a aprendizagem de Ciências tanto para seus alunos, quanto para eles próprios. Essa abordagem, como experiência de vida e de formação continuada, foi apontada como um aspecto positivo a ser considerado em sua futura prática docente.

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.*

Alguns sujeitos referem-se à relevância da interação entre aluno e professor na aprendizagem, avaliando como este deveria trabalhar o conteúdo considerando o conhecimento prévio do aluno, e permitindo ao mesmo, na interação com os demais colegas e com o próprio professor, a construção de conceitos científicos:

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.

Percebe-se, nesse extrato, a reflexão do sujeito sobre o papel do questionamento, o significado do erro na aprendizagem, assim como a importância do caráter coletivo do processo de construção conceitual. O sujeito expressa que o modelo tradicional de “passar diretamente” o conteúdo precisa ser substituído por uma abordagem questionadora, considerando o aluno agente, o que caracteriza uma concepção construtivista.

O futuro professor admite a importância da atividade experimental em sala de aula, valorizando a relação entre concreto e abstrato, bem como os conhecimentos prévios, na compreensão conceitual. Evidenciou-se sua preocupação com as competências de um professor em sala de aula, como saber selecionar e utilizar diferentes metodologias, assim como mediar a aprendizagem do aluno. Percebe-se, também, a tomada de consciência, pelos sujeitos da pesquisa, das lacunas existentes entre o “saber” e o “saber fazer” na atividade docente:

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.*

Observou-se, inicialmente, grande preocupação dos sujeitos em fornecer respostas corretas para todas as questões. Essa reação modificou-se no decorrer do processo, à medida que houve tomada de consciência da possibilidade de investigação e de interação em grupo para construir e transformar os conhecimentos.

Um dos sujeitos, com formação superior em Física, relata sua insegurança, no decorrer das oficinas, pelo fato de, teoricamente, ter conhecimento sobre as temáticas abordadas, mas não ter ideia do quanto poderia aprender com a metodologia proposta, compartilhando vivências e discutindo hipóteses a partir do conhe-

cimento prévio e das atividades realizadas. Segue um extrato que ilustra essa situação:

Sujeito E: *Quando me dei conta que eu era praticamente a única Física dentro da sala bateu um frio na barriga que vocês não têm 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 através dela foi possível evidenciar que os sujeitos, nas situações de aprendizagem propostas, puderam refletir sobre a prática docente, sobre como o conhecimento prévio do aluno pode ser utilizado em sala de aula, sobre a possibilidade de construção e compreensão de conceitos através da interação com colegas e da mediação do professor.

V. Considerações finais

Constatou-se que, apesar da motivação e do interesse manifestados, os sujeitos da pesquisa possuíam conhecimentos elementares em Física, o que veio a dificultar a compreensão dos conceitos e explicação dos fenômenos estudados. 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, para proporcionar aos futuros professores de séries iniciais uma possibilidade de alfabetização científica.

Observou-se uma tomada de consciência, por parte dos sujeitos, da importância do ensino de Ciências 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, baseada na experiência, na relação dialética entre teoria e prática, na mediação e no diálogo, oportunizando a alfabetização científica, em Física, às crianças, desde as primeiras fases escolares.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que a metodologia desen-

volvida promoveu capacidade reflexiva e consciência investigativa dos professores, propiciando espaço para diálogo, questionamento e interação, favorecendo a apropriação de novas concepções metodológicas e busca por alternativas para a educação em Ciências. Evidenciaram-se limitações, manifestadas pelos sujeitos, referentes à prática de epistemologias construtivistas no ato de ensinar. Portanto, a passagem de um saber teórico a um saber prático constitui um obstáculo a ser trabalhado e superado na formação inicial e continuada de professores. Supõe-se que experiências metodológicas oferecidas a professores em formação estimulem o desenvolvimento de propostas semelhantes em sala de aula, aliando-se provavelmente, assim, o “saber” ao “saber fazer” na prática docente.

Agradecimentos

À PUCRS, pelo financiamento da bolsa de iniciação científica; ao doutorando Anderson Jackle Ferreira, pela colaboração e revisão gráfica; aos árbitros e ao professor Antônio Dias Nunes, pela leitura crítica e sugestões.

Referências

ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Líber Livro, 2005.

ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. 7. ed. São Paulo: Papyrus, 2006.

BARROS, A. A. P de. **Interdisciplinaridade**: o pensado e o vivido – de sua necessidade às barreiras enfrentadas. In: XXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 1999, Rio de Janeiro. CD ROOM do XXII Congresso da INTERCOM, 1999. Disponível em:

<<http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/1999/pdf2/GT02/02b05.pdf>>.

Acesso em: 15 mar. 2006.

BECKER, B. F. Metodologia de ensino focada nos processos. **Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 89-108, 1999.

BECKER, F. O que é Construtivismo? **Série Ideias**, São Paulo, n. 20, p. 87-93, 1994.

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.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. N.; FERREIRA, A. J. **Raios, Relâmpagos e Trovões**: uma abordagem teórico-prática para sala de aula. In: 2ª REUNIÃO REGIONAL DA SBPC, 2, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBPC/RS, 2006.

COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. 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**. Florianópolis, v. 25, n. 1, p. 7-34, abr. 2008.

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

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de Conteúdo**. Brasília: Plano Editora, 2003.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As Origens do Saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GRANGEAT, M. (Coord.). **A metacognição**: um apoio ao trabalho dos alunos. Lisboa: Porto, 1997.

LAFORTUNE; L.; SAINT-PIERRE, L. **A afectividade e a metacognição na sala de aula**. Lisboa: Horizontes Pedagógicos, 1996.

LIMA, M. da C. B. Nascimento e Evolução de uma proposta de apresentação da Física no primeiro segmento do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 14, n. 2, p. 146-159, ago. 1997.

LIMA, M. da C. B.; ALVES, L de A. Pra quem quer ensinar Física nas séries iniciais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 107-122, ago. 1995.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. de. **Pesquisa em educação**: abordagens quali-

tativas. São Paulo: EPU, 1986.

MINAYO, M. C. S. (Org.) et al. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 23. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

MORAES, R. Participando de jogos de aprendizagem: a sala de aula com pesquisa. In: ENRICONE, D; GRILLO, M;. (Org.). **Educação superior: vivências e visão de futuro**. 1. ed., v. 1, p. 113-128, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2005.

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

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**, Florianópolis, v. 7, n. 3, p. 171-182, dez. 1990.

OSTERMANN, F. **A Física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: Editora da Universidade - UFRGS, 1999.

RIBEIRO, C. Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 109-116, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prc/v16n1/16802.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2008.

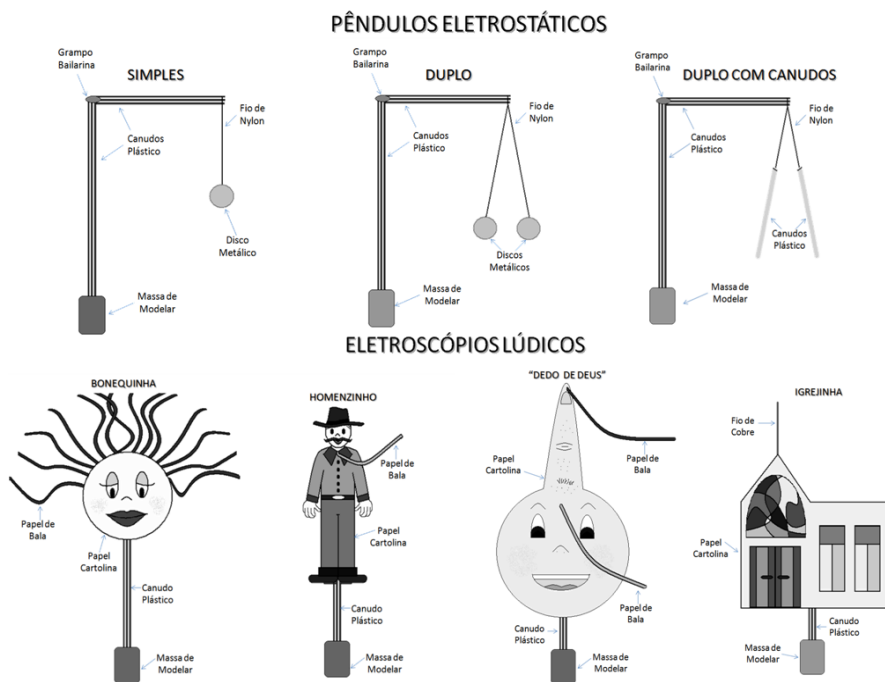
SCHEIN, Z. P.; COELHO, S. M. O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 1. p. 72-98, abr. 2006.

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

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

ZIMMERMANN, E.; EVANGELISTA, P. C. Q. Pedagogos e o ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 261-280, ago. 2007.

Anexo A – Dispositivos eletrostáticos estudados



Anexo B – Exemplos de questões elaboradas, envolvendo a mediação.

Formulação de questões:

Exemplos de questões extraídas das transcrições:

Sujeitos C e D:

- Por que, ao **entrar em contato** com o canudo, primeiramente se atrai e após repele?
- Por que no caso quando tu colocas a mão ele baixa?
- Por que, ao colocar o canudo em contato com os **metais**, os mesmos se repelem?
- Qual a carga inicial dos pêndulos? Positiva ou negativa, ou está neutra?
- Por que o funcionamento fica comprometido ao colocar um palito de madeira inteiro dentro do canudo?

Sujeitos G e H:

- Por que **em algumas vezes** o pêndulo é atraído pelo canudo e em outras repellido?
- Por que, ao aproximar o canudo das **rodinhas**, elas se afastam umas das outras?
- O que acontece com as moléculas quando **friccionamos** o canudo?
- O que acontece com o canudo quando ele é friccionado?
- O que acontece para se formar a eletricidade estática?
- Por que, encostando no boneco, o papel volta ao normal?

Sujeitos A, B e E:

- Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel antes de aproximarmos dele?
- O que faz com que ele se aproxime ou se afaste do canudo?
- Por que quando o papel já está usado não dá o mesmo efeito?
- Por que, ao tocá-los, eles voltam à posição normal (inicial)?
- Por que a gravata baixa quando tocamos no boneco?

Mediação: dificuldades detectadas pelo mediador e exemplos de intervenção:

- Uso de termos inadequados:
“ao entrar em contato” = aproximação
“em algumas vezes” = imprecisão

Registros de falas na etapa de mediação da reformulação das questões:

Situação nº 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 dúvida? Tem uma palavrinha que deixa um pouquinho dúvida 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.*

Situação nº 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 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.*

Questões reformuladas: (questões extraídas das transcrições e de anotações)

- Por que devemos esfregar o canudo em uma folha de papel, antes de aproximá-lo do pêndulo, para observarmos a reação do pêndulo?
- 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?
- O que faz o disco metálico do pêndulo aproximar-se do pêndulo atritado?
- Por que o disco metálico do pêndulo afasta-se quando este encosta no canudo previamente atritado?
- Por que ao utilizarmos muitas vezes o mesmo papel toalha para atritarmos o canudo, o efeito visualizado não é o mesmo que inicialmente?
- Por que ao tocar com a mão o eletroscópio já eletrizado, o(s) disco(s) metálico(s)/ papel de bala volta(m) a sua condição inicial?

- Por que ao encostarmos o canudo atritado com papel no pêndulo duplo de canudos, não observamos efeito algum?
- Por que, para os canudos do pêndulo voltarem à sua posição inicial, devemos passar a mão ao longo de cada um dos canudos?
- Por que, ao aproximarmos o canudo atritado da parte superior do eletroscópio lúdico e tocarmos 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?