



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUISTA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Camila Cardoso Moreira

**A articulação teoria-prática em atividades experimentais: as
relações estabelecidas por licenciandos em Física**

Bauru
2019

Camila Cardoso Moreira

**A articulação teoria-prática em atividades experimentais: as
relações estabelecidas por licenciandos em Física**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da UNESP campus de Bauru/SP, como requisito à obtenção do título de Doutor em Educação para a Ciência, sob a orientação do Profa. Dra. Odete Pacubi Baierl Teixeira.

Bauru

2019

Cardoso, Camila Moreira.

A articulação teoria-prática em atividades experimentais: as relações estabelecidas por licenciandos em Física / Camila Cardoso Moreira, 2019

123 f. : il.

Orientador: Odete Pacubi Baierl Teixeira

Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019

1. Experimentação. 2. Prática de Ensino. 3. Ensino de Física. 4. Formação de Professores. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

Camila Cardoso Moreira

A articulação teoria-prática em atividades experimentais: as
relações estabelecidas por licenciandos em Física

Banca Examinadora:

Presidente: Prof^a. Dr^a. Odete Pacubi Baierl Teixeira

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Bauru

Titular: Prof. Dr. Daniel Fernando Bovolenta Ovigli

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Titular: Prof. Dr. Leonardo André Testoni

Instituição: Universidade Federal de São Paulo

Titular: Prof. Dr. Rodolfo Langhi

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Bauru

Titular: Prof^a. Dr^a. Silvia Regina Quijadas Aro Zuliani

Instituição: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE CAMILA CARDOSO MOREIRA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de março do ano de 2019, às 14:00 horas, no(a) Sala 05 da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências - Unesp/Bauru-SP, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA - Orientador(a) do(a) Departamento de Física e Química / Faculdade de Engenharia - UNESP/Guaratinguetá, Prof. Dr. LEONARDO ANDRÉ TESTONI do(a) Departamento de Ciências Exatas e da Terra / Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/Diadema, Profª. Drª. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências - UNESP - Bauru, Prof. Dr. DANIEL FERNANDO BOVOLENTA OVIGLI do(a) Departamento de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias / Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, Prof. Dr. RODOLFO LANGHI do(a) Departamento de Física / Faculdade de Ciências - UNESP/Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da TESE DE DOUTORADO de CAMILA CARDOSO MOREIRA, intitulada **ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO CONTEXTO DE UMA DISCIPLINA DE PRÁTICA DE ENSINO: A VISÃO DE LICENCIADOS EM FÍSICA..** Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: Aprovada. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Profa. Dra. ODETE PACUBI BAIERL TEIXEIRA

Prof. Dr. LEONARDO ANDRÉ TESTONI

Profª. Drª. SILVIA REGINA QUIJADAS ARO ZULIANI

Prof. Dr. DANIEL FERNANDO BOVOLENTA OVIGLI

Prof. Dr. RODOLFO LANGHI

Obs: A banca segue e altera no título para:
A articulação Teórica-Prática em atividades experimentais:
as relações estabelecidas por licenciados em Física.

CARDOSO, C. M. **A articulação teoria-prática em atividades experimentais: as relações estabelecidas por licenciandos em Física**. 2019. 124f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2019.

Resumo

O tema da experimentação no Ensino de Física é amplamente discutido no âmbito da pesquisa brasileira desde as primeiras edições dos periódicos da área. Uma parte considerável dessas pesquisas busca investigar os principais fatores que impedem os professores de utilizar atividades experimentais em sala de aula. E, embora muitas propostas tentem amenizar essas dificuldades, é consenso que, na maioria das vezes, as atividades experimentais se fazem pouco presentes no cotidiano escolar pois é o próprio professor quem decide não as realizar, apontando problemas em sua formação inicial como justificativa central. Partindo dessa realidade, estruturamos uma disciplina de Prática de Ensino de Física focada, especialmente, para a experimentação no ensino, abordando os aspectos epistemológicos, pedagógicos e técnicos que envolvem o uso de experimentos em sala de aula, bem como aspectos práticos. No contexto dessas aulas, buscamos obter informações que indicassem como os futuros professores de Física se identificam com a experimentação, de que maneira se relacionam com um experimento e que significados constroem para o seu uso e papel no ensino da Física. Observamos que, embora os licenciandos tivessem uma relação negativa e pouco clara com os experimentos no início, a obtenção de elementos teóricos acerca do tema e a prática do seu uso de modo mais intenso contribuiu para uma mudança no quadro, levando-os a construir uma relação positiva com a experimentação, mais complexa e também mais reflexiva. Entendemos que a inserção deste estudo na formação inicial, e nos moldes de uma disciplina que articula teoria e prática, contribuiu para sanar, em algum grau, a lacuna que havia no curso de formação inicial desses licenciandos. Ainda, consideramos que a proposta dessa disciplina e sua inserção na grade curricular de um curso de licenciatura também contribuiu de modo efetivo como uma forma de suprir a ausência dos estudos acerca da experimentação na formação inicial de professores.

Palavras-chave: Experimentação, Prática de Ensino, Ensino de Física, Formação de Professores.

CARDOSO, C. M. **The theory-practice articulation in experimental activities: the relations established by teacher trainees in Physics**. 2019. 124f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, 2019.

Abstract

The theme of experimentation in Physics Teaching has been widely discussed in the scope of Brazilian research since the first issues of the periodicals of the area. A considerable part of this research seeks to investigate the main factors that prevent teachers from using experimental activities in the classroom. And, although many proposals try to alleviate these difficulties, it is a consensus that, in most cases, the experimental activities are not present in the school routine, since it is the teacher himself who chooses not to do them, pointing out problems in his initial formation as the main reason. Starting from this reality, we structured a discipline of Physics Teaching Practice focused especially on experimentation in teaching, addressing the epistemological, pedagogical and technical aspects that involve the use of experiments in the classroom, as well as practical ones. In the context of these classes, we sought information that would indicate how future physics teachers identify with experimentation, how they relate to an experiment, and what meanings they build up for their use and role in physics teaching. We observed that, although the licensees had a negative and unclear relationship with the experiments at the outset, obtaining theoretical elements about the subject and practicing its use in a more intense way contributed to a change in the picture, leading them to construct a positive relationship with experimentation, more complex and also more reflective. We understand that the insertion of this study into the initial formation, and in the mold of a discipline that articulates theory and practice, has contributed, in some way, to the healing of the gap that existed in the initial training course of these graduates. Moreover, we consider that the proposal of this discipline and its insertion in the curriculum of a licentiate course also contributed effectively as a way to supply the absence of the studies about the experimentation in Teacher Training.

Keywords: Experimentation, Physics Teaching Practice, Physics Teaching, Teacher Training.

Lista de Figuras

Figura 1: gráfico do número de artigos sobre experimentação publicados por ano, dentro do período selecionado (2006 a 2016)	11
Figura 2: relação do número de artigos publicados sobre experimentação em relação ao total de publicações por periódico, de 2006 a 2016	11
Figura 3: gráfico número de artigos publicados por região	13
Figura 4: distribuição dos temas publicados nos 67 artigos selecionados	14
Figura 5: propostas experimentais distribuídas por área	16
Figura 6: detalhamento das etapas da Análise de Conteúdo	54
Figura 7: detalhe do experimento de demonstração das taças	76

Lista de Quadros

Quadro 1: relação de artigos selecionados em cada periódico	09
Quadro 2: cronograma da disciplina FIS861	41
Quadro 3: perfil dos alunos que cursaram FIS861	49
Quadro 4: noções elementares dos participantes quanto aos significados pessoais e papeis da experimentação	62
Quadro 5: papeis atribuídos à experimentação no ensino da Física	65
Quadro 6: noções elementares dos participantes quanto aos significados pessoais e papeis da experimentação	66
Quadro 7: compreensões dos participantes acerca das abordagens experimentais	83
Quadro 8: comparação das concepções dos participantes acerca das atividades de demonstração	93
Quadro 9: comparação das concepções dos participantes acerca das atividades de verificação	95
Quadro 10: compreensões dos participantes acerca do potencial das atividades investigativas	96
Quadro 11: relações dos participantes com a experimentação antes e depois da disciplina FIS861	101

Sumário

Introdução	01
Contexto e justificativas	04
Capítulo 1: O que dizem as pesquisas sobre a experimentação no Ensino de Física?	
.....	06
Agrupamento 1: Discussões teóricas	14
Agrupamento 2: Propostas de atividades experimentais	16
Agrupamento 3: Investigações no Ensino Superior	18
Agrupamento 4: Experimentos como pano de fundo	19
Agrupamento 5: Investigações com professores	21
Capítulo 2: A formação de professores no Brasil e as disciplinas de Prática de Ensino	29
Capítulo 3: Contexto de trabalho e Metodologia de Pesquisa	34
O curso de licenciatura em Física eleito e a disciplina “Prática de Ensino de Física VIII”	37
<i>Justificativa da escolha do referencial de FIS861</i>	<i>42</i>
<i>Breve relato das aulas de FIS861</i>	<i>44</i>
Procedimentos de Coleta e Análise de dados	48
<i>Procedimentos de Coleta de informações</i>	<i>48</i>
<i>Caracterização dos participantes de pesquisa</i>	<i>49</i>
<i>Procedimentos de Análise de dados</i>	<i>52</i>
Questão de Pesquisa	59
Capítulo 4: Resultados e discussão.	60
Considerações Finais	103
Referências	107
Apêndice A: questionário inicial	112

Introdução

O tema da experimentação no Ensino de Física é amplamente discutido no âmbito da pesquisa brasileira desde as primeiras edições dos periódicos da área. Como uma linha de pesquisa bem estabelecida e com um referencial teórico já muito sólido, pouco se pode acrescentar de inédito no que diz respeito ao seu papel no ensino e sua importância para a aprendizagem de conceitos científicos. Concordamos com autores como Alves Filho (2010), Borges (2002), Laburú (2005) e Gaspar (2014) e outros pesquisadores que dedicaram suas investigações ao tema da experimentação quando apontam que nenhum professor negará as inúmeras contribuições de um experimento para a aprendizagem em Ciências; ao mesmo tempo, ainda se discutem os obstáculos e dificuldades apontados pelos docentes para o uso de experimentos sem chegar a conclusões factíveis. Em outras palavras, as pesquisas ainda têm a dizer sobre a experimentação no Ensino de Física – este é um tema constantemente relevante, atual e repleto de oportunidades de investigação.

Uma parte considerável das pesquisas da área busca investigar os principais fatores que impedem os professores de utilizar atividades experimentais em sala de aula. Bem conhecidas pela comunidade, as causas mais comuns são a falta de tempo, problemas de infraestrutura da escola, dificuldades financeiras e o baixo estímulo do docente em inovar devido à desvalorização profissional (HODSON, 1994; ARAÚJO & ABIB, 2003; GALIAZZI & GONÇALVES, 2004; CARVALHO et al., 2005). Embora muitas propostas tentem amenizar essas dificuldades, é consenso que, na maioria das vezes, nenhuma alternativa funciona, pois é o próprio professor quem decide não trabalhar com os experimentos devido à insegurança (LABURÚ & SILVA, 2011; DORNELES, ARAÚNO & VEIT, 2012; BASSOLI, 2014).

Essa postura por parte dos docentes leva-nos a uma outra questão, que vai além dos obstáculos mais comuns para o baixo uso de experimentos em sala de aula: a falta de clareza do professor quanto à função da experimentação no cotidiano escolar. Conforme aponta Alves Filho (2000),

A aceitação tácita do laboratório didático no ensino de Física é quase um dogma, pois dificilmente encontraremos um professor de Física que negue a necessidade do laboratório. No entanto, isso não significa que ele faça uso do mesmo em suas aulas. Esta falta de ressonância entre o discurso e a prática pedagógica é tolerada pela comunidade de educadores, pois a função ou papel do laboratório didático ainda não está bem compreendido no processo de ensino-aprendizagem (p. 174).

Tal incompreensão ultrapassa o âmbito profissional – não é uma questão de prática docente ou da falta de experiência do professor com a manipulação dos experimentos. Não compreender o papel do laboratório ou da experimentação no ensino da Física é uma questão formativa. Mesmo um docente com anos de experiência em sala de aula pode se sentir despreparado para utilizar experimentos devido à uma lacuna em sua formação inicial. Por mais que ele procure sanar essa ausência por conta própria, existe uma falha muito mais elementar que só pode ser resolvida com estudos aprofundados acerca do tema, não somente sobre “como fazer”, mas “porquê fazer” e, mais importante ainda, sobre compreender o significado pedagógico de um experimento e seu papel epistemológico na construção do conhecimento científico (LABURÚ & SILVA, 2011; NARDI & CARVALHO, 2011; BASSOLI, 2014).

Esse problema formativo já foi identificado por pesquisadores como Binsfeld e Auth (2011), que relatam que

No discurso de vários professores, durante a graduação, mesmo tendo frequentado aulas experimentais, estas não foram desenvolvidas no sentido de qualificar o futuro professor da educação básica. Dessa forma, há reflexos negativos na maneira de desenvolver as atividades experimentais ou, ainda, de não desenvolvê-las. Na maioria das vezes, quando isso acontece, é devido à formação inicial dos professores, que não tiveram em sua graduação orientações e aprendizados em grau suficiente sobre como planejar e realizar aulas práticas com desenvolvimento sistemático de experiências, vinculando teoria e prática, condição necessária para resultar num ensino-aprendizagem significativo (p. 3).

Dessa forma, uma vez que a importância do uso de experimentos no ensino de ciências, particularmente da Física, é evidente, entendemos que é

necessário atuar na questão da formação inicial dos professores. Se não há aprendizado suficiente sobre o papel da experimentação no ensino durante os cursos de graduação, o que pode ser feito para modificar essa realidade?

Partindo dessa realidade, elaboramos uma disciplina de Prática de Ensino de Física voltada completa e especialmente para a experimentação no ensino, abordando os aspectos epistemológicos, pedagógicos e técnicos que envolvem o uso de experimentos em sala de aula. No contexto dessas aulas, buscamos obter informações que indicassem como os futuros professores de Física relacionam-se com a experimentação e que significados constroem para o seu uso e papel no ensino da Física. Baseados nessas ações, definimos o presente trabalho, que se propõe a investigar a seguinte questão: de que maneira os futuros professores de Física se relacionam com a experimentação e que papéis atribuem a ela no contexto de uma disciplina de Prática de Ensino?

Assim, este trabalho está organizado em 4 capítulos. No primeiro capítulo, apresentamos o referencial teórico em que nos baseamos para discutir acerca do papel da experimentação no Ensino de Física e na formação docente. No segundo capítulo discutimos brevemente acerca da formação de professores no Brasil e, mais especificamente, sobre as disciplinas de Prática de Ensino de Física. No capítulo 3, trazemos informações sobre a disciplina elaborada, sua aplicação e o contexto acadêmico em que ela foi ministrada, bem como o referencial teórico relativo aos aspectos metodológicos da pesquisa, isto é, da construção e da análise dos dados. Por fim, os resultados construídos nessa investigação são apresentados e discutidos no capítulo 4.

Contexto e justificativas

Antes de darmos início aos capítulos que compõem este trabalho, entendemos ser interessante apresentar ao leitor o contexto que justifica a escolha do tema que nos propomos a discutir. Durante toda a sua formação inicial, no curso de licenciatura em Física, a autora teve um intenso contato com a experimentação. Isso se deve, principalmente, ao fato de ter atuado durante 3 anos como mediadora do Centro de Ciências situado em sua instituição, espaço este que possuía um largo acervo de atividades experimentais e objetos museológicos. Sendo assim, utilizar experimentos e apresentá-los a diferentes tipos de públicos fazia parte de suas atividades acadêmicas cotidianas.

Além disso, durante esse mesmo período, a autora participava ativamente de um projeto de extensão do seu curso que consistia em montar exposições experimentais nas praças das cidades vizinhas, em ações de Divulgação Científica. Nessas ocasiões ela participava da concepção, montagem e execução de diferentes tipos de experimentos de Física voltados para crianças, adultos, grupos escolares e espontâneos. Em suma, sua graduação foi permeada de vivências com a questão experimental.

Todavia, após a sua formação essa mesma autora se viu numa situação muito distinta em sala de aula. Embora houvesse lidado com muita segurança e naturalidade com os experimentos nas praças e no Centro de Ciências, em solo escolar a realidade se mostrou muito diferente. Havia dificuldades inesperadas para o preparo de atividades experimentais que cumprissem os objetivos de determinada aula, o tempo de execução ou a execução em si não eram compatíveis com o esperado e o uso dos experimentos se mostrou, muitas vezes, inviável. Nesses momentos, ficou claro que toda a sua experiência com as atividades práticas haviam sido, num trocadilho doloroso, somente práticas – ela

nunca havia passado por momentos de reflexão sobre o porquê de determinada atividade, ou como ela deveria ser pensada para a sala de aula, e tampouco sabia avaliar quando era o momento para um experimento em meio a uma sequência de conteúdos, e de que tipo. Faltavam-lhe elementos conceituais a respeito da experimentação, e eles não lhe haviam sido fornecidos ao longo da sua formação inicial.

Foi então numa disciplina do doutorado que essa lacuna formativa foi, finalmente, sanada. Ao passar um semestre estudando minuciosamente os referenciais mais elementares que discutiam a experimentação no ensino – grande parte deles presente neste trabalho, inclusive –, lhe veio clareza sobre todos os momentos em que, na sua prática docente, faltaram elementos que a subsidiassem para o uso efetivo de uma atividade experimental. Entretanto, junto com essa clareza veio também uma consciência incômoda de que aquele momento de esclarecimento veio tardio e circunstancial. Vieram momentos de reflexão e questionamentos do tipo “e se eu não estivesse na pós-graduação, quando eu iria finalmente aprender a usar os experimentos?”, “E quanto aos outros professores que não estão aqui, em que momento eles terão essa oportunidade?” e, finalmente, “e se esses professores nunca a tiverem?”. Foi então que a autora se deu conta de que algo tão importante para a sua prática docente não deveria ter lhe sido apresentado naquele momento, e sim enquanto estava sendo preparada para a docência – houvera uma falha na sua formação inicial, e ela só se dava conta disso após muitas experiências frustradas em sala de aula.

Frente a todos esses fatores, pareceu-lhe natural eleger o tema da experimentação no ensino de Física e sua relação com a formação inicial como seu objeto de investigação. Mais especialmente, ela desejava contribuir, de alguma maneira, para que outros tivessem a oportunidade de não ter essa lacuna formativa para que não passassem pelos mesmos episódios de frustração profissional. Assim, surgiu a ideia desta pesquisa, e tudo o que foi produzido a partir dela cooperou imensamente para que a autora tivesse não somente um crescimento profissional e acadêmico, mas como indivíduo, proporcionando-lhe a oportunidade de contribuir, não importa em que grau, para a formação de outros que, como ela, almejam tornar-se bons educadores.

Capítulo 1

O que dizem as pesquisas sobre a experimentação no Ensino de Física?

O uso de experimentos como ferramenta pedagógica no ensino da Física sempre foi foco de pesquisas acadêmicas, seja pelo fato de que sua contribuição para o ensino é inegável ou devido à pluralidade de áreas de investigação que o tema possibilita. Muitos são os pesquisadores que se dedicaram à experimentação e consolidaram o referencial que hoje utilizamos e, apesar das nuances e especificidades das investigações e abordagens de suas produções, um ponto sempre se destaca como absoluto em todas elas: as atividades experimentais são essenciais no ensino da Física e, para os obstáculos que se apresentam à sua realização, são discutidas alternativas e soluções a fim de superá-los. Seu uso bem planejado pode auxiliar na aprendizagem de conteúdos de Física e facilitar a compreensão acerca da natureza do conhecimento científico (HODSON, 1987; BORGES, 2002; SERÈ & COELHO, 2003; PENA & RIBEIRO FILHO, 2009; GASPAR, 2014). Daí a importância elementar do tema para a área em que atuamos.

Todavia, as constantes mudanças e avanços no cenário educacional brasileiro, em todos os níveis de ensino, podem trazer novos olhares a respeito de um tema já consolidado. Por isso, entendemos que é importante acompanhar o que tem sido produzido atualmente na área para reforçar – e renovar – as ideias nas quais nos apoiamos. Ainda, entendemos que é necessário conhecer as produções contemporâneas sobre o tema para corroborar nossa hipótese de que o principal obstáculo para o uso dos experimentos em sala de aula continua sendo uma carência na formação inicial dos professores.

Assim, realizamos um levantamento bibliográfico nos principais periódicos da área de Ensino de Física e Ensino de Ciências, no período de 2006 a 2016, a fim de conhecer e analisar o que dizem as pesquisas contemporâneas sobre a experimentação. Cabe ressaltar que não incluímos nesse levantamento teses e dissertações, pois entendemos que os resultados de pesquisas realizadas nesses trabalhos estão publicados nos periódicos, e de maneira mais enxuta e sistematizada. Além disso, consideramos também o fato de que grande parte dos trabalhos relacionados à experimentação são relatos de experiências em sala de

aula não necessariamente vinculadas à pesquisas de pós-graduação, de modo que eles seriam encontrados, mais uma vez, diretamente nos periódicos.

A seleção dos periódicos foi feita considerando, principalmente, a tradição e a relevância da revista na área do Ensino de Física ou Ensino de Ciências e o *qualis*¹ junto à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) para a área de Ensino de Física. Como exemplo, citamos a escolha do Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). Trata-se de um periódico que, desde 1984 (quando ainda era o Caderno Catarinense de Ensino de Física, custeado pela UFSC), dedica-se a divulgar o que tem sido produzido no ensino da Física tanto por pesquisadores da academia quanto por professores em exercício. Sua relevância faz dela *qualis* A2 da Capes. Além disso, o CBEF tem em seu corpo editorial pesquisadores muito respeitados na área, sendo alguns deles pioneiros nas pesquisas em Ensino de Física no Brasil, quando a área ainda não era bem estabelecida. Por esses fatores, o periódico foi selecionado na certeza de que as produções dali originadas cumpririam com exigentes padrões de excelência.

O mesmo pode-se falar a respeito dos periódicos Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) e Enseñanza de las Ciencias (EC). Embora não sejam exclusivamente voltadas para a Física, são revistas que de *qualis* A reúnem as mais recentes pesquisas sobre o ensino das ciências. Enquanto a IENCI é um periódico nacional, a EC tem origem na Espanha, porém ambas publicam resultados de pesquisas com origens brasileiras, espanholas, argentinas, portuguesas e de outros países de língua espanhola, principalmente, cumprindo com os mais altos padrões de exigência acadêmica.

Por fim, podemos falar da Ciência e Educação (C&E), periódico do programa de pós-graduação em Educação para a Ciência da Unesp de Bauru/SP. Esse programa, do qual origina-se, inclusive, a presente pesquisa, é um dos mais respeitados centros de pesquisa da área no país, e que também reúne em seu corpo docente muitos nomes que deram início a área de Ensino de Física no

¹ Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos veículos utilizados pelos programas de pós-graduação para a divulgação da sua produção. A classificação de periódicos e eventos é realizada pelas áreas de avaliação e passa por processo anual de atualização.

Brasil. Consequentemente, tem um corpo editorial de peso e publica pesquisas brasileiras e estrangeiras com alto rigor acadêmico e que contribuam de maneira original para nossa área de pesquisa.

Procuramos, então, todos os artigos publicados nesses periódicos entre 2006 e 2016 buscando nos títulos e resumos as seguintes palavras-chave: experimentação, experimentos, atividades experimentais, laboratórios, laboratório didático e atividades práticas. Quando houve dúvida se o artigo realmente discutia a respeito da experimentação em um contexto de ensino, fizemos a leitura do texto integral.

Os periódicos analisados e o número de trabalhos selecionados encontram-se no quadro abaixo.

Quadro 1: relação de artigos selecionados em cada periódico

Periódico	Primeira Revisão	Revisão Final
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)	74	40
Ciência e Educação (C&E)	13	13
Educação em Revista (ER)	0	0
Enseñanza de las Ciencias (EC)	15	6
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	16	8
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	--	--

Em relação aos dados da Quadro 1, é importante fazer alguns esclarecimentos. Primeiramente, a diferença no número de artigos selecionados na primeira revisão e na revisão final se deve aos seguintes filtros: foram eliminados da primeira coleta os artigos de outras áreas que não o Ensino de Física ou Ensino de Ciências (por exemplo, artigos tratando sobre a Química Experimental) e também pesquisas em que o experimento era tratado por si só, isto é, ele não estava inserido em um contexto de ensino, e sim no contexto de pesquisa de uma ciência experimental.

Além disso, em relação à Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), optamos por não incluir os artigos selecionados nessa análise. Em primeira instância, devido ao fato de que a maioria esmagadora dos artigos publicados nesse periódico está relacionada à experimentos de Física, porém não como ferramentas didáticas. Tratam-se de experimentos de laboratórios de pesquisa em Física cujos trabalhos dedicam-se a relatar testes de aquisição de dados, provar ou verificar teorias ou ainda discutir acurácia de instrumentos e medidas.

Quando o experimento aparece num contexto de ensino, o artigo se limita a relatar seu funcionamento e as possibilidades de coleta de dados sem, todavia, discutir acerca do planejamento didático ou dos objetivos da atividade experimental. Tendo em vista o foco deste trabalho, não incluímos os artigos da RBEF em nossa análise.

Por fim, cabe-nos comentar que no periódico Educação em Revista não foi encontrado nenhum artigo dentro dos critérios estabelecidos.

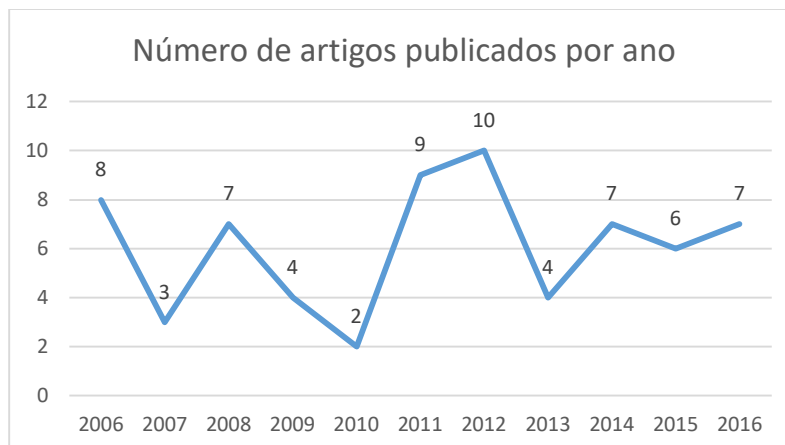
Após reduzir nosso corpus, ficamos com 67 artigos que tratam acerca da experimentação no ensino da Física, representando uma amostra do que a área tem produzido na última década a respeito do tema.

É importante reforçar que mapeamentos dessa natureza, tratando do papel da experimentação no ensino e outros desdobramentos do tema, não são inéditos. Já existem na literatura levantamentos bibliográficos com resultados bem consolidados, mapeando as principais concepções dos professores e suas dificuldades com o uso de atividades práticas – muitos deles, inclusive, compõem o referencial deste trabalho. Porém, são poucos os trabalhos que, a partir desses resultados, propuseram ações que buscassem atuar nos problemas apontados. Portanto, nosso mapeamento não teve um fim em si mesmo e tampouco buscou somente apresentar o estado do conhecimento da área, e sim servir como uma orientação para os pontos nos quais deveríamos focar em nossa proposta de trabalhar a relação do futuro professor com a experimentação.

Nos próximos parágrafos, nos dedicaremos a apresentar os detalhes dos 67 artigos selecionados, destacando os pontos de maior interesse para este trabalho.

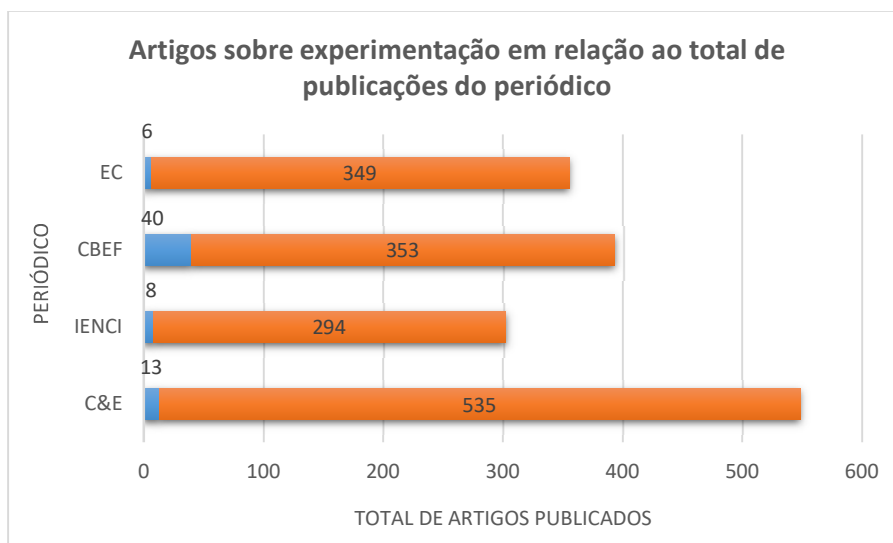
Em primeiro lugar, notamos que o total de artigos publicados a cada ano sobre o tema é pouco expressivo, visto que a média de publicação de somente 6 artigos por ano, dentro do período analisado, conforme mostra o gráfico a seguir.

Figura 1: gráfico do número de artigos sobre experimentação publicados por ano, dentro do período selecionado (2006 a 2016).



Quando comparamos esses dados com o número de publicações em cada um dos periódicos dentro desse período, fica ainda mais nítido o quão tímida é a produção acerca da experimentação no ensino, de acordo com a Figura 2.

Figura 2: relação do número de artigos publicados sobre experimentação em relação ao total de publicações por periódico, de 2006 a 2016.



Observamos que, com exceção do CBEF que trouxe pouco mais de 10% de suas publicações relacionadas às atividades experimentais no ensino, os demais periódicos publicaram um número muito baixo de artigos sobre a temática durante os 10 anos analisados. Essa tendência já foi observada por outros

autores que fizeram levantamentos bibliográficos semelhantes (ARAÚJO & ABIB, 2003). Isso se deve, em partes, ao fato de que a maioria dos artigos que discutem a respeito da experimentação consiste em relatos de experiências pedagógicas e observações em sala de aula, não estando vinculados a uma pesquisa acadêmica. Esta “informalidade”, por assim dizer, não é sempre aceita nos periódicos de maior circulação da área, que exigem certo refinamento nos aspectos metodológicos e um referencial teórico mais robusto. Assim, a vertente da experimentação acaba tendo números muito mais expressivos nos anais de eventos, onde os requisitos para publicação são mais flexíveis.

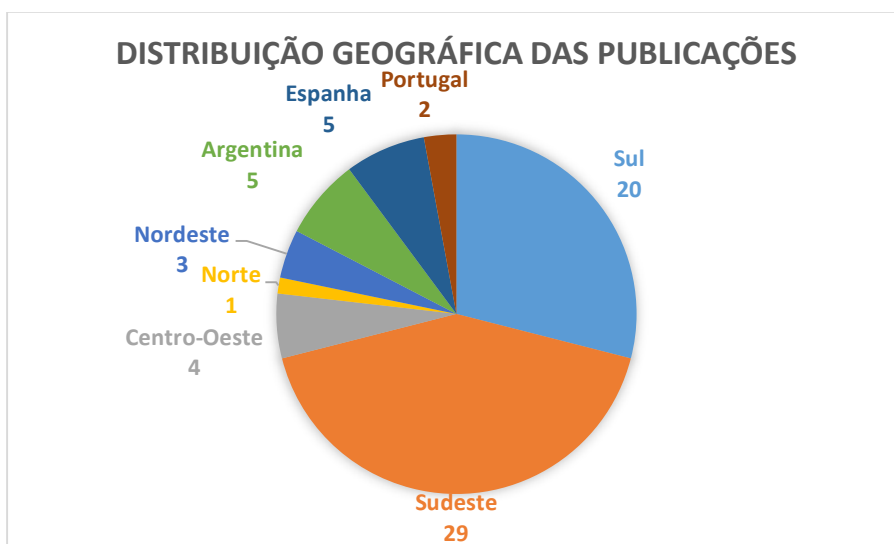
Este fato, corroborado em nosso levantamento, aponta para um aspecto interessante: fala-se pouco sobre a experimentação dentro das licenciaturas e dos programas de pós-graduação, onde as pesquisas têm origem, caso contrário estes números seriam maiores. É claro que a pluralidade de linhas de pesquisa e o surgimento de novas áreas de interesse para o Ensino da Física acabam reduzindo ainda mais a proporção da expressão de uma área em relação às demais, porém não podemos ignorar que um tema considerado essencial para uma ação docente completa represente menos de 5% das publicações de toda uma década. A partir desses resultados, entendemos que nossa preocupação em tratar o tema da experimentação na academia é legítima e pertinente.

Por outro lado, notamos também que houve um aumento das pesquisas sobre o assunto a partir de 2011, ano no qual o CBEF, inclusive, inaugurou uma área especial da revista voltada para “Atividades experimentais no Ensino de Física”. Entendemos que essa tendência se deve, principalmente, à criação e ampliação dos mestrados profissionais que ocorreu nesse período, visto que esses programas têm um foco maior em retornar “produtos” das pesquisas acadêmicas para a educação básica, estimulando os professores a relatarem experiências de sala de aula e resultados de sequências didáticas. Ao realizar a leitura dos trabalhos desse ano e dos anos seguintes, essa hipótese foi confirmada – parte significativa dos artigos traz relatos de propostas experimentais bem-sucedidas na educação básica.

Em relação à origem dessas produções, notamos que se concentra nas regiões Sudeste e Sul do país, com 42% e 29% das publicações,

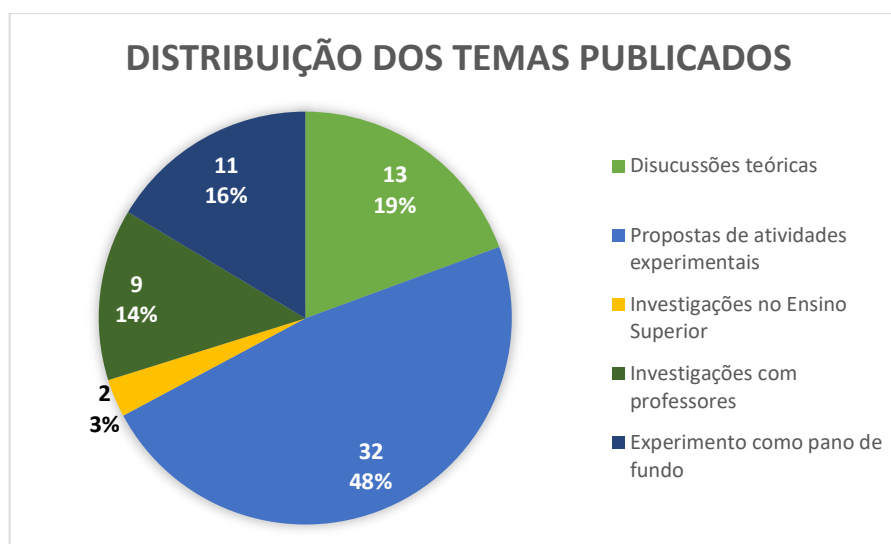
respectivamente. Isso se deve ao fato dessas serem as regiões com o maior número de cursos de licenciatura em Física e de programas de pós-graduação na área de Ensino de Física/Ensino de Ciências. Em seguida vêm as regiões Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil com um número mais reduzido de publicações. Ainda, alguns trabalhos deste corpus têm origem em outros países, a saber, Argentina, Espanha e Portugal. Apesar de diferentes países apresentarem contextos educacionais distintos, nessas publicações este fato não gerou distorções que nos fizesse retirá-los do escopo de análise. A distribuição detalhada das publicações aparece no Figura 3.

Figura 3: gráfico número de artigos publicados por região.



Por fim, é interessante apresentar em linhas gerais sobre o que discutem esses 67 artigos. Realizamos alguns agrupamentos que representam o foco das publicações selecionadas, como pode ser conferido no gráfico a seguir.

Figura 4: distribuição dos temas publicados nos 67 artigos selecionados.



Esses 5 grandes agrupamentos dividem os artigos do nosso *corpus* a partir de seu tema central ou de sua característica principal. É claro que, no contexto deste trabalho, nos dedicaremos a uma discussão mais detalhada apenas daquele grupo do nosso maior interesse, porém faremos uma breve descrição dos demais agrupamentos, caracterizando em linhas gerais do que se tratam e a que se dedicam esses trabalhos.

Agrupamento 1: Discussões teóricas

No agrupamento “Discussões teóricas” estão os 13 artigos que utilizaram o tema da experimentação como foco de uma análise conceitual, de uma pesquisa do estado do conhecimento ou ainda como objeto de estudos etnográficos.

O trabalho de Andrés, Pesa e Moreira (2006) analisa o trabalho experimental sob a óptica da Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud. Os autores delinearam um modelo de trabalho experimental que proporcionasse aos estudantes o contato com situações-problema e, observando-os na busca de soluções, fizeram uma análise baseada em Vergnaud. Concluíram que, quando uma atividade prática é pensada em termos cognitivos e também epistemológicos, os estudantes têm maior consciência da relação teoria-

experimento e “oferecem aos docentes um referencial frutífero para a investigação acerca da aprendizagem nos trabalhos de laboratório no Ensino de Ciências (p. 139, tradução nossa)”.

A pesquisa de Laburú (2006) visa fundamentar os aspectos essenciais para que um experimento seja cativante para os estudantes. Seu trabalho tornou-se uma referência singular quando se discute a questão da motivação que geralmente acompanha a realização de uma atividade experimental. A grande questão é que não se pode ser ingênuo em relação a despertar o interesse dos alunos durante um experimento – isso, por si só, não garante que haverá um bom rendimento na atividade, tampouco aprendizagem. Em uma discussão detalhada acerca dos referenciais que tratam da motivação e da afetividade no ensino das Ciências, o autor apresenta direcionamentos para que a atividade experimental seja cativante e tenha a “(...) possibilidade de servir de heurística para disparar a motivação da aprendizagem das lições escolares (p. 400)”.

Carrascosa et al. (2006) apresentam um estado do conhecimento referente ao volume 21 do CBEF, de 2004, que compilou 40 artigos publicados nos primeiros vinte anos da revista. Os autores desejam analisar, nestes trabalhos, as visões de Ciência, e os mitos, que podem ser transmitidos em uma atividade experimental, além de qual deve ser o papel da experimentação na aprendizagem das Ciências. Após a análise dos trabalhos, os autores apontam para a necessidade de uma reorientação das atividades experimentais a fim de que não sejam reproduzidas como “receitas de bolo”, bem como para a importância de que os periódicos da área valorizem o que tem sido produzido por professores e pesquisadores no campo da experimentação.

O trabalho de Reis e Martins (2016) traz um estudo comparativo sobre as atividades experimentais propostas em algumas edições de livros didáticos do PNLD. Os autores identificaram que as coleções analisadas privilegiam um ensino de Física pautado na experimentação, porém prevalecem propostas relacionadas à Mecânica, deixando o professor com poucas (ou nenhuma) referência justamente dos temas mais complexos para se experimentar, como o Eletromagnetismo e a Física Moderna. Além disso, embora as atividades experimentais propostas estejam baseadas no desenvolvimento de competências

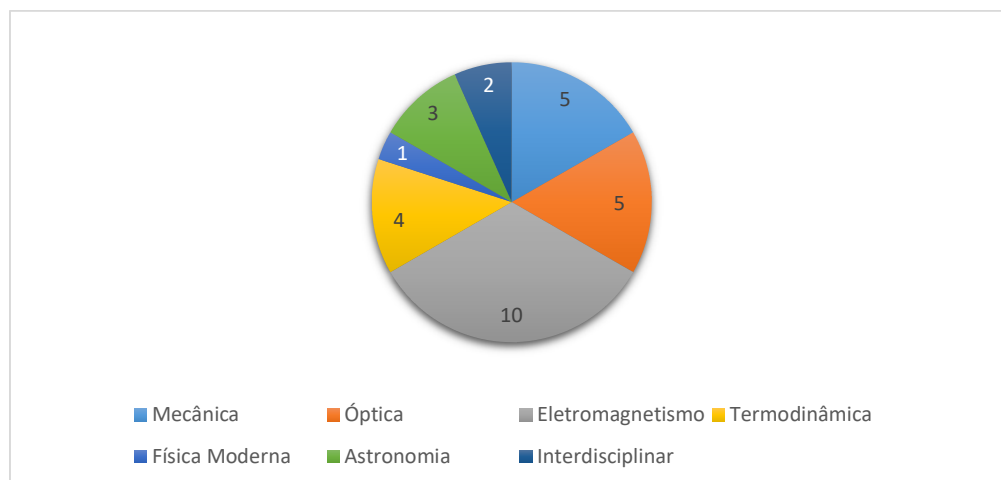
e habilidades, “os aspectos históricos, tecnológicos e culturais foram pouco contemplados pelas coleções, o que prejudica o caráter contextual e significativo dos experimentos (p. 474)”. Os autores concluem, portanto, que embora os livros didáticos estejam se aprimorando quanto às propostas experimentais, o professor deve estar preparado para realizar as adaptações necessárias e preencher determinadas lacunas.

Estes são alguns dos trabalhos que representam a categorias dos estudos teóricos acerca da experimentação. Além de contribuírem para reforçar o referencial da área, que já é muito bem consolidado, eles convidam os professores a realizar reflexões importantes acerca de seus objetivos pedagógicos e sua própria prática.

Agrupamento 2: Propostas de atividades experimentais

O agrupamento “Propostas de atividades experimentais”, que traz 48% dos artigos do corpus, contém os 32 trabalhos que apresentam uma proposta pedagógica para determinado experimento, acompanhada ou não de um relato de sua aplicação. Essas propostas estão majoritariamente voltadas para o Ensino Médio (30 trabalhos) e trazem experimentos em diversas áreas da Física – óptica geométrica, mecânica, eletromagnetismo, termodinâmica e física moderna –, além de propostas interdisciplinares, que estão divididas conforme o gráfico da Figura 5.

Figura 5: propostas experimentais distribuídas por área.



Algumas propostas vincularam, ainda, a atividade experimental com o uso de simulações e outras TICs.

Interessante notar que a maioria das propostas de atividades são para experimentos de Eletromagnetismo, enquanto muitos autores discutem a ausência de experimentos dessa área no Ensino Médio (incluindo um trabalho citado no tópico anterior, que aponta a ausência de experimentos desse tema nos livros didáticos). Notamos que houve um movimento na área de produção de propostas com o tema, justamente discutindo sobre a importância dos experimentos para o ensino de conteúdos tão complexos e abstratos como os do Eletromagnetismo (ERTHAL & GASPAR, 2006).

Enquanto algumas propostas focaram em experimentos de baixo custo de demonstração, como Laburu, Da Silva e Barros (2008), que desenvolveram uma aula experimental mostrando o funcionamento de um para-raios, outras buscaram experimentos um pouco mais complexos, como o gerador de corrente alternada de Erthal e Gaspar (2006). Ainda, houve propostas de atividades experimentais contextualizadas com a História da Ciência, como apresentam Germano et al (2012) em seu trabalho acerca da pilha voltaica.

Nas demais áreas da Física, as propostas abordaram tópicos como espelhos esféricos (ALMEIDA et al, 2013), atrito (MONTEIRO et al., 2012), calorimetria (OLIVEIRA, 2016), dentre outros. Já as propostas de experimentos com abordagem interdisciplinar trabalharam com os temas da viscosidade das substâncias (MONTEIRO et al., 2013) e também da fluorescência de materiais (PIMENTEL et al., 2014), nos dois casos unindo conceitos de Física e da Química.

Outro ponto interessante de se destacar é o fato de que apenas uma proposta experimental ter trabalhado com conceitos da Física Moderna, a saber, aquela apresentada por Da Silva e Assis (2012) que trata do Efeito Fotoelétrico. As próprias autoras discutem a importância de se inserir tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e como são escassos os recursos dessa área para o professor.

A partir da análise dos trabalhos presentes nesse agrupamento, entendemos que eles representam o que tem sido realizado atualmente na educação básica pelos professores de Física, isto é, o que de fato é aplicado no

ensino quanto à experimentação. Esses trabalhos corroboram nossas ideias iniciais, que é a mesma de muitos outros autores, atestando a importância das atividades experimentais não somente para o aprendizado dos conteúdos, mas também para melhor compreensão da natureza do conhecimento científico (HODSON, 1988; ARAÚJO & ABIB, 2003; GASPAR, 2009; OLIVEIRA, 2010).

Assim, as discussões nesses trabalhos abordam tanto o potencial educativo das atividades experimentais quanto seu papel na construção de uma visão apropriada da Ciência e seus processos. Conforme discute Bassoli (2014) em um desses trabalhos,

Superar a visão deformada de ciência tão enraizada no ensino e nas concepções das pessoas – sejam elas estudantes, professores, trabalhadores das mais diversas áreas e, até mesmo, pesquisadores –, implica se (re)pensar não só as atividades práticas na educação científica, mas, sobretudo, o currículo de ciências, de forma a favorecer a construção de conhecimentos científicos (da ciência e sobre a ciência) (p. 586).

Agrupamento 3: Investigações no Ensino Superior

No agrupamento “Investigações no Ensino Superior” encontram-se 2 artigos em que o uso do laboratório é discutido no contexto dos cursos de graduação em Física ou Engenharias.

Um deles é o trabalho de Barolli e Franzoni (2008), que discute o efeito das intervenções docentes nas atividades de laboratório de Física buscando analisar seus efeitos na aprendizagem dos estudantes. Nesse contexto, os autores evidenciam também as diferenças entre o ensino do conteúdo e o ensino do método e as consequências disso para o aprendizado da Física, alertando os leitores para refletir sobre o que realmente está sendo aprendido durante essas aulas experimentais.

O trabalho de Jaime e Escudero (2011) apresenta os resultados de uma investigação com alunos das engenharias durante aulas no laboratório de Física. Também baseados na Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, os autores buscaram analisar as potencialidades da experimentação como uma atividade que favorece a construção de modelos e leva a uma aprendizagem significativa

de conceitos científicos. Quando organizada como uma atividade aberta e investigativa, o laboratório “avança na construção de relações entre a realidade da vida cotidiana e a realidade dos modelos científicos que inclui conceitos, leis e teorias, e os diferentes sistemas de significados necessários para sua representação externa (p. 378, tradução nossa)”.

O número pouco expressivo de trabalhos envolvendo o ensino superior é mais um alerta que nos indica que, embora os pesquisadores e professores se preocupem em utilizar a experimentação em sala de aula no nível básico, pouco se analisa como ela é trabalhada nos cursos de graduação. Não podemos ignorar o fato de que uma parcela significativa dos licenciados em Física, no Brasil, acaba por seguir a carreira acadêmica e lecionam disciplinas de Física para alunos de Engenharia e outras ciências. Embora saibamos que a abordagem e os objetivos pedagógicos sejam diferentes nesses casos, não se pode esquecer que toda atividade experimental precisa ser bem delineada, contextualizada e ter objetivos bem definidos, caso contrário será pouco significativa para os estudantes, independente do seu grau de instrução.

Agrupamento 4: Experimentos como pano de fundo

O agrupamento denominado “Experimentos como pano de fundo” traz a temática da experimentação não como foco principal do trabalho, e sim como o contexto para uma investigação específica. Embora as discussões sobre o papel dos experimentos no ensino estejam presentes, elas são parte de um referencial maior que visa, por exemplo, tratar sobre processos de contextualização, modelagem ou análise discursiva. No total, 11 trabalhos se encaixaram nesse agrupamento.

Uma amostra desse conjunto de trabalhos é o artigo de Rodríguez e Pérez (2016), que investiga as dificuldades dos estudantes de resolver problemas do cotidiano através do conhecimento científico. A experimentação aparece como contexto – é através das atividades experimentais que os autores apresentam os problemas aos alunos. O foco da investigação reside na maneira como os

estudantes criaram modelos e argumentos para resolver os problemas, e não na manipulação da atividade experimental (que era muito mais ilustrativa).

Outro exemplo de trabalhos desse agrupamento é a pesquisa de Bergqvist e Prestes (2014), que utiliza kits experimentais para realizar práticas de Divulgação Científica (DC). Em uma atividade multidisciplinar envolvendo conceitos de Paleontologia, as autoras apresentam os kits experimentais como uma ferramenta interativa para popularizar o conhecimento do tema e também proporcionar aos alunos um contato informal e lúdico com a Ciência. Mais uma vez, o papel da experimentação não é discutido, visto que ela foi apenas o ponto de partida de uma investigação que tinha como objetivo refletir sobre a DC e o ensino de Ciências.

O trabalho de Oliveira (2008) apresenta um estudo etnográfico que busca identificar como é produzida a ideia de natureza da ciência num contexto social (aluno-aluno e aluno-professor). A pesquisa foi realizada durante aulas de laboratório, uma vez que ali “articula-se um conjunto de enunciados que lhe é particular e, por assim dizer, natural (p. 101)”. Porém, não se observa no texto a intenção de discutir o papel do laboratório nessa construção de enunciados, e sim a escolha deste ambiente como uma alternativa mais “aberta” e informal para as aulas tradicionais em sala.

Assim como esses artigos, os demais trabalhos desse agrupamento trazem algum elemento da experimentação em seu texto, mas com a finalidade de discutir acerca de outra temática principal. O foco das investigações aqui agrupadas se encontra, por exemplo, na linguagem científica (CARMO & CARVALHO, 2009), na implementação de ferramentas de aquisição de dados (SIAS & RIBEIRO-TEIXEIRA, 2006), no uso de softwares complementares (BEZERRA JR. et al., 2012), na produção de vídeos e outros materiais instrucionais (PEREIRA et al., 2011), entre outros temas de pesquisa.

Não temos a intenção, nessa breve análise, de apontar os trabalhos deste agrupamento com qualquer demérito. O simples fato de que eles optaram por trazer a experimentação como um elemento secundário em suas investigações não diminui, em nenhuma instância, o mérito e a originalidade de suas produções. Porém, cabe a nós relatar que, embora eles se configurem em

nosso *corpus* devido à maneira como ele foi construído, não são trabalhos que nos auxiliam a compreender como o papel da experimentação tem sido atribuído nas pesquisas mais atuais.

O agrupamento a seguir é, certamente, aquele que mais se relaciona com a temática deste trabalho e as produções que o compõem se configuram como nosso referencial contemporâneo, unindo-se aos autores já citados que consolidam as ideias acerca da experimentação no Ensino de Física. Entendemos que as discussões mais recentes sobre como os professores se relacionam com a experimentação reorganizam o foco da temática – mais relevante do que identificar os fatores limitantes para a realização de experimentos (que, aliás, já são muito bem conhecidos pela comunidade) é discutir sobre como superá-los, trabalhar a partir deles e desenvolver estratégias para sobrepujá-los, justamente o que nos propomos a fazer no contexto desta pesquisa.

Agrupamento 5: Investigações com professores

Configura-se o agrupamento de maior interesse para o nosso trabalho. Tratam-se de nove pesquisas que buscam investigar, junto aos docentes da educação básica, quais as dificuldades com o trabalho experimental, os papéis atribuídos aos experimentos, propostas de formação continuada, entre outros tópicos. Como são esses os trabalhos que alcançaram a formação inicial e/ou continuada, importa-nos analisar detalhadamente suas ideias acerca da experimentação no ensino da Física e indicar aqueles que trouxeram contribuições e inspirações, tanto para o desenvolvimento de nossos referenciais teóricos quanto para as práticas por nós realizadas durante a disciplina que elaboramos.

O trabalho de Feitosa, Leite e Freitas (2011) teve como objetivo identificar as expectativas e dificuldades dos professores implantarem o uso de atividades experimentais em sala de aula, no contexto de um projeto que aproximou escola e universidade. No diálogo com os docentes, os pesquisadores identificaram uma

[...] escassez de trabalho prático durante a graduação das professoras, pois, segundo relatos, a maioria delas afirmou que nunca ministrou aulas práticas

para seus alunos. Este parece ser um dos fatores frenadores para a não-realização de atividades experimentais nas escolas, pois a maioria das docentes teve pouco contato com esse tipo de prática durante seus cursos de graduação (p. 312).

Essa constatação vai ao encontro de nossas reflexões iniciais, que identificaram a necessidade de atuar na formação inicial dos professores de Física. No trabalho em questão, essa lacuna formativa foi apontada como a principal dificuldade para o uso das atividades experimentais em sala de aula.

Além disso, os autores fazem um alerta quanto às práticas mais comumente adotadas pelos pesquisadores quando realizam investigações ou ações formativas na educação básica:

A pesquisa em educação no Brasil tende a gerar, entre os professores da escola Básica, o sentimento de que os pesquisadores, quando vão às escolas com seus importantes projetos, limitam-se a utilizá-las - e aos alunos - simplesmente com fonte de dados de pesquisa. É preciso que os professores e alunos das escolas pesquisadas tenham ganhos reais com os projetos executados (p. 302).

Tal constatação já foi discutida em outros trabalhos (LABURU, BARROS & KANBACH, 2007; PEREIRA et al., 2016) como uma das causas pelas quais muitas ações de formação continuada não têm sucesso ao tentar preencher as falhas formativas relacionadas à experimentação. Não basta que a equipe de pesquisadores forneça alternativas pontuais para superar as dificuldades mais imediatas dos professores – escassez de tempo e recursos, ausência de roteiros prontos – pois o que os leva a não utilizar a experimentação é uma questão muito mais profunda, uma questão de não terem adquirido o conhecimento necessário para usar os experimentos com confiança, como apontado pelos autores: “ainda persiste o descontentamento e a crítica dos docentes em relação à inadequação e à dissociação entre sua formação e as exigências da prática cotidiana da sala de aula (PEREIRA et al, p. 302, 2016)”.

Essas ideias consolidam, portanto, nossa proposta de atuar diretamente na formação inicial, oferecendo aos futuros professores os conhecimentos necessários – não somente práticos, do “como fazer”, mas principalmente do “porquê” e “para quê” – a fim de que utilizem a experimentação em sala de aula.

Já o trabalho de Dorneles, Araújo e Veit (2012) teve como objetivo investigar, junto a professores em formação inicial, maneiras de integrar as atividades experimentais e computacionais. Nesse contexto, os autores iniciam suas reflexões apontando que

É praticamente consensual entre professores de Física que o uso de experimentos didáticos é um componente indispensável no ensino da disciplina, **porém muitos deles não são capazes de especificar claramente o que se espera do uso de atividades experimentais (AE)** e confessam que pouco as usam em suas aulas (p. 100, grifo nosso).

Notamos que, em sua investigação, os autores também partiram do conhecido fato de que os docentes não têm clareza quanto aos objetivos que desejam atingir quando utilizam experimentos e, por conta disso, acabam por deixá-los de lado. Por isso optaram por uma ação na formação inicial que fornecesse aos futuros professores “uma visão epistemológica sobre os papéis do laboratório (p. 101)”. Esse objetivo está muito próximo daquilo que desejamos realizar em nossa disciplina de Prática de Ensino, que visa instrumentalizar o futuro professor para um uso eficiente das atividades experimentais.

Um resultado muito relevante dessa pesquisa é que os futuros professores foram capazes de compreender o experimento com papéis que vão além da simples verificação de fórmulas e teorias:

no que diz respeito ao papel do laboratório didático de Física, todos os alunos, ao final do semestre, se mostraram insatisfeitos com atividades fortemente dirigidas e que tenham como principal objetivo o de “determinar a lei” física subjacente aos fenômenos investigados. [...] também apresentaram argumentos que mostram que perceberam as atividades experimentais, propostas nesse estudo, como um recurso capaz de propiciar a exploração do contexto de validade de modelos teóricos; proporcionar um vínculo entre teoria e realidade, e estimular a geração e teste de hipóteses (DORNELES, ARAÚJO & VEIT, 2012, p. 110).

É claro que, como os próprios autores reforçam, esse comportamento crítico frente ao papel da experimentação só foi observado ao final da ação formativa, ou seja, foi necessária a discussão epistemológica a respeito da experimentação para que os futuros professores demonstrassem compreender a amplitude da função educativa. Isso apenas reafirma nossos argumentos de que é imperativa uma intervenção na formação inicial a fim de que os professores

utilizem a experimentação em sala de aula de maneira fundamentada e proveitosa.

O trabalho de Bassoli (2014) traz ideias muito complementares às dos demais trabalhos deste agrupamento. Partindo do pressuposto de que “mesmo os que reconhecem a importância das atividades práticas e trabalham em contextos que favorecem a realização destas atividades, podem apresentar dificuldades para realizá-las, tendo em vista sua pouca familiarização com as práticas durante o processo de escolarização (p. 580)”, a autora propõe uma investigação dos mitos e distorções que os professores possuem acerca do papel das atividades experimentais. As reflexões por ela apresentadas pautaram a elaboração da nossa disciplina no sentido de buscarmos evitar a reprodução de tais mitos e distorções, já que, como “muito do que se faz está mal concebido e não apresenta qualquer valor educacional, urge redefinir e reorientar a noção que os professores têm sobre o trabalho prático (HODSON, 1990, p. 258).”

Em linhas gerais, os pontos que a autora aponta como distorções carentes de denúncia são i) a ideia de que o trabalho experimental, tal como é aplicado atualmente, ensina os estudantes sobre a natureza da ciência; ii) considerar que as atividades experimentais necessariamente motivam os alunos e iii) o argumento de que é indispensável um laboratório para a realização das atividades experimentais. Buscamos trabalhar esses pontos ao longo de nossas aulas de Prática de Ensino visando desmistificá-los, a fim de que os futuros professores tivessem uma ideia clara, epistêmica e didaticamente, acerca do papel da experimentação no ensino.

A pesquisa de Coelho, Nunes e Wiehe (2008) traz um relato de uma experiência de formação continuada com professores de Física com ênfase na experimentação. Durante a realização de um minicurso focado em experimentos de eletrodinâmica, as autoras detectaram algumas falhas e dificuldades na atuação dos professores, sendo a principal a falta de conhecimento conceitual dos modelos que explicam o fenômeno experimental:

Na linguagem do professor, aparecem termos ou explicações não compatíveis com o significado científico, o que pode denotar um desconhecimento conceitual. No contexto de sala de aula, expressões imprecisas, ou mesmo incorretas na explicação do professor, podem induzir

o aluno a uma interpretação do fenômeno em questão não compatível com a científica (p. 18).

É evidente que essa dificuldade tem origem na formação inicial, uma vez que esses conceitos são trabalhados nas disciplinas básicas de Física. Quando já estão em exercício, não há muitas maneiras de se resolver esse problema – é preciso que os professores tenham consciência dessas falhas e busquem, por conta própria, melhorar seu acervo conceitual (BINSFELD & AUTH, 2014).

As autoras apontam também para outro aspecto que acompanha o problema das explicações incorretas dos professores para os resultados experimentais: a linguagem. Conforme observaram nos docentes que participaram do minicurso,

[...] embora seja importante considerar a linguagem do aluno e demonstrar tolerância no sentido de partir, muitas vezes, de uma linguagem mais acessível e próxima à deste último durante os processos de aprendizagem para, gradualmente, incorporar a utilização de uma terminologia científica mais rigorosa, não se justificaria, por outro lado, a utilização de uma linguagem imprecisa, por parte do professor, capaz de gerar interpretações incorretas dos fenômenos, dificultando a aprendizagem de conceitos científicos (p. 20).

Este alerta nos indicou outra possível lacuna na formação dos professores, deixando-nos atentos durante nossa disciplina de Prática de Ensino. A utilização correta e eficiente dos experimentos não depende somente de saber com clareza quais são os objetivos da atividade, mas também de uma precisão linguística de termos e conceitos por parte do professor, caso contrário tudo pode “ir por água baixo”. Se desejamos que os docentes compreendam o papel do experimento em termos pedagógicos e também epistemológicos, não podemos deixar de instrumentalizá-los quanto ao uso de uma linguagem científica adequada. Este foi outro ponto chave que observamos durante a realização da disciplina.

Ressaltamos novamente que trabalhos dessa natureza, voltados para a formação continuada de professores, ajudam-nos a reafirmar certas deficiências na formação inicial desses profissionais, subsidiando nossa proposta de atuar diretamente neste nível. Ademais, concordamos com as autoras quando

ênfatizam que “cabe à universidade assumir seu importante papel na formação inicial e continuada de professores, possibilitando-lhes a aprendizagem em contextos didáticos mais adequados para a superação destes obstáculos (p.29)”.

O trabalho de Chagas e Martins (2009) se aproxima muito do nosso objetivo de analisar as falas dos futuros professores quanto às questões da experimentação, e contribuiu para a construção de nosso referencial teórico neste quesito. Considerando que o trabalho de laboratório é uma atividade comunitária, os autores buscaram identificar se, e o quanto, os professores reproduzem o discurso dos colegas, e também dos pesquisadores da área, quando discutem acerca da experimentação. Durante as análises de entrevistas e grupos de discussão com os docentes, os autores concluíram que

As enunciações dos professores apontam para o fato de que a maior parte das informações por eles consideradas relevantes, sejam elas de domínio didático/pedagógico ou de conteúdos da Física, advém das relações discursivas estabelecidas por meio de suas práticas de leitura e de suas experiências em diferentes espaços de formação (p. 634).

Esse resultado nos indica que, durante sua formação, os professores vão apreendendo ideias e significados acerca da experimentação que podem vir tanto de processos formais de aprendizagem (leituras de trabalhos acadêmicos, confecção de artigos e relatórios, seminários) quanto de suas vivências com colegas, professores e pesquisadores. Isso nos auxiliou a preparar um ambiente formativo, na disciplina por nós proposta, que oferecesse aos licenciandos o maior número possível de fontes de conhecimento a respeito da experimentação, permitindo reflexões com seus pares além das aulas expositivas, leituras e seminários individuais. Essa inspiração nos fez, inclusive, propor aos futuros professores uma troca de papéis durante uma atividade experimental, fazendo-os refletir sobre o que estava sendo proposto do ponto de vista do aluno e do professor. Isso será descrito e justificado com maiores detalhes no momento oportuno.

Na pesquisa de Laburu, Carlos e Kanbach (2007) há uma análise da relação entre o saber profissional e as causas do fracasso no uso de atividades experimentais em Física. De acordo com os referenciais escolhidos, os autores argumentam que “a realização ou não de atividades empíricas na escola se

circunscreve ao problema de ordem maior que é o da relação do professor e professora com o seu saber profissional docente (p. 306)”. Esta é uma reflexão interessante, que nos leva a uma compreensão mais ampla de todos os problemas e obstáculos que são majoritariamente apontados como os “culpados” pelo fracasso das aulas práticas. Na verdade, este apontamento de culpa seria apenas um subterfúgio dos docentes que, ao justificar sua própria escolha em não utilizar experimentos, acabam por eximir-se de uma responsabilidade inerente da sua figura profissional. Conforme apontam os autores,

O viés do discurso negativo proporciona benefícios para muitos profissionais do ensino de física, o que o torna conveniente e resistente à mudança. Preserva-os de qualquer crítica direta, pois o fracasso em promover atividades experimentais não lhes é imputável, mas, sim, aos meios ou aos fatores externos. Os seus fundamentos arraigam-se numa experiência profissional habitual, interpretada à luz de princípios que visam preservar, validar e legitimar a prática diária de grande parte do corpo docente (p. 308).

Essa ideia nos leva a analisar os argumentos dos professores com outro olhar, buscando compreender quais aspectos do seu saber profissional estão relacionados às justificativas por eles apontadas. A título de exemplo, um dos participantes por eles analisados demonstrou que seu saber profissional estava muito mais ligado a uma questão de emprego do que de vocação e, por isso, ele não achava realmente importante realizar atividades experimentais. Porém, em seu discurso inicial, ele apontava questões de tempo e infraestrutura da escola como as razões para o fracasso. Fica nítido, portanto, que a questão do fracasso das atividades experimentais na escola deve levar ainda em consideração a relação que o sujeito constrói acerca de sua profissão – seus objetivos, gostos, medos, contextos de vida, etc.

Ressaltamos uma importante reflexão, feita pelos autores, acerca da contribuição da formação inicial para a construção do saber profissional:

[...] poderíamos dizer, então, **que há fracasso na formação do licenciado em física, quando se constata que inexiste um mínimo de concatenação entre teoria e evidência durante a práxis desses profissionais.** Ora, dada a relevância, tanto epistemológica como didática de se trabalhar junto à realidade em qualquer curso de ciências naturais, podemos dizer que **uma discussão da relação do professor de ciências com seu saber profissional precisaria passar, no momento da formação, por uma reflexão da problemática posta** e, desse jeito, esperamos estar contribuindo com esse debate (p. 318, grifo nosso).

Concordamos com essa ideia e é ela, inclusive, que baseia nossa proposta de criar uma disciplina que trate acerca da experimentação de maneira mais holística, passando por aspectos epistemológicos e didáticos além da questão técnica. Não bastam as disciplinas de Instrumentação para o Ensino de Física, que se voltam inteiramente para o “como fazer experimentos de baixo custo” sem perpassar reflexões de natureza mais ampla e, porque não, mais conectadas à realidade que o futuro professor irá encontrar.

Defendemos que a formação inicial necessita de um espaço em que os licenciandos possam, de fato, se debruçar sobre a questão da experimentação no ensino, discutindo aspectos importantes que estão relacionados a ela como a linguagem científica, a necessidade do conhecimento físico e, também, a questão do saber profissional. Pautados nestas ideias é que elaboramos uma disciplina de Prática de Ensino de Física totalmente dedicada ao tema da experimentação.

Os trabalhos que compõem este levantamento bibliográfico formam, assim, o referencial teórico no qual nos baseamos nesta investigação. As pesquisas da última década continuam reforçando a importância das atividades experimentais no ensino da Física e também trouxeram importantes (e novos) pontos a serem considerados quando falamos a respeito da prática docente relacionada ao tema. Além disso, confirmamos que a carência da formação inicial dos professores ainda é um dos obstáculos mais significativos para o uso de experimentos em sala de aula, o que corrobora nossas escolhas.

Após traçar esse panorama do que tem sido discutido atualmente acerca da experimentação, e baseados no que essas pesquisas têm apontado acerca da relação fundamental entre a formação inicial e o uso de experimentos em sala de aula, cabe-nos discutir brevemente acerca da formação de professores de Física no Brasil e a maneira como nossa temática de interesse é trabalhada nesse nível de ensino.

Capítulo 2

A formação de professores no Brasil e as disciplinas de Prática de Ensino

O histórico da formação de professores no Brasil sempre foi permeado de debates e reflexões. Desde a I Conferência Nacional de Educação em 1980, um primeiro marco de grande mobilização de educadores e gestores, esses profissionais têm apontado diversos aspectos dos cursos de formação que precisam ser revistos ou atualizados. Vários desses apontamentos foram levados em consideração pelo Ministério da Educação (MEC) em alguns momentos desde então, quando os cursos de licenciatura passaram a integralizar a carga horária dos estágios, por exemplo, ou as disciplinas de cunho pedagógico passaram a ter mais espaço nas grades curriculares. Porém, o que ainda se percebe são diversos pontos críticos na formação de professores que não têm uma solução efetiva, seja dentro de cada universidade ou de modo mais oficial (LIBÂNEO & PIMENTA, 1999; FREITAS, 2002).

Nesse cenário de constante reflexão sobre os “problemas” dos cursos de licenciatura, os mesmos tiveram avanços importantes em relação ao preparo do profissional para uma ação mais direcionada em sala de aula, levando em consideração as especificidades de cada área. Diversos autores apontam que a diferenciação entre a formação profissional do *professor* e do *pedagogo*, por exemplo, foi essencial para que se pudessem traçar metas educacionais mais realistas e efetivas – enquanto o primeiro deve ser um profissional com ferramentas de gestão mais bem desenvolvidas, o segundo necessita de um arcabouço específico que vá além da pedagogia e didática, contemplando também os conhecimentos da disciplina de interesse (MELLO, 1999; FREITAS, 1999; 2002; MARQUES & PEREIRA, 2002).

Após essa diferenciação, os cursos de licenciatura operaram durante muito tempo sob a configuração conhecida como “3+1”, na qual o futuro docente cursava um ano de disciplinas ditas “pedagógicas” geralmente após 3 anos de disciplinas de conteúdo específico da área escolhida. Essa configuração baseou-se no modelo de formação profissional da *racionalidade técnica*, que se apoia na ideia de que

[...] profesional competente se preocupa siempre con los problemas instrumentales. Trata de encontrar los medios más idóneos para la obtención de determinados fines [...] Su eficacia se mide por su éxito en encontrar, en

cada caso, las acciones que producen los efectos deseados que son consecuentes con sus objetivos. (SCHÖN, 1992, p. 42).

Fica evidente que, sob este modelo, a ênfase da formação docente estava na capacitação para um bom domínio dos conteúdos específicos da área do conhecimento, como a Biologia, a História ou a Física. O que acabava ocorrendo, naturalmente, é que a maioria dos profissionais oriundos desta configuração tinham um perfil profissional muito mais delineado como um bacharel, sendo a formação da licenciatura algo secundário. Além disso, no contexto das instituições, esses cursos eram vistos como inferiores, “mais fáceis”, pois eliminavam a complexidade dos conteúdos específicos de um bacharelado. Esse era mais um fator que não contribuía positivamente para a construção de um perfil profissional saudável para o licenciado (TERRAZZAN et al., 2008).

Após diversos debates acerca deste formato, definiu-se um contraponto a essa racionalidade técnica e muitos cursos começaram a se reorganizar com base em um modelo que privilegiava a reflexão sobre a ação profissional, ficando conhecido, portanto, como modelo de racionalidade prática. De acordo com Mortimer e Pereira (1999),

Nesse modelo o professor é visto como um profissional autônomo, que reflete, toma decisões e cria durante sua ação pedagógica, a qual é entendida como um fenômeno complexo, singular, instável e carregado de incertezas e conflitos de valores. De acordo com essa concepção, a prática não é apenas lócus da aplicação de um conhecimento científico e pedagógico, mas espaço de criação e reflexão, onde os novos conhecimentos são gerados e modificados constantemente (p. 110).

Esse movimento resultou no formato de curso de licenciatura que conhecemos atualmente que, apesar de uma ou outra diferenciação institucional ou regional, tem uma identidade bem mais definida: disciplinas pedagógicas bem delineadas, que acontecem ao longo do curso todo, não mais no estilo “3+1”; disciplinas específicas da área de conhecimento; e componentes curriculares voltadas à prática profissional com uma carga horária robusta, como os Estágios Supervisionados, que acontecem diretamente na escola, e as Práticas de Ensino, que ocorrem no ambiente acadêmico (BRASIL, 2001; 2002).

A partir dessa reformulação, tornou-se essencial que a prática fosse concebida como um componente curricular, fazendo com que o futuro professor vivenciasse a realidade escolar durante seu processo formativo. Sob esse ponto de vista, a prática, então, deveria “[...] começar da totalidade que é escola, conhecê-la no seu contexto, para depois separar e isolar este conhecimento nos diferentes componentes [curriculares], o que abarcaria e incluiria todas as disciplinas. (PIMENTA, 1995, p. 70)”.

Atualmente, já temos, no quadro geral, cursos de licenciatura atendendo a esses requisitos, com grades curriculares muito bem definidas quanto às disciplinas pedagógicas, os estágios e as disciplinas específicas. Porém, há novos fatores sendo apontados como pontos que merecem maior reflexão, principalmente sobre a maneira como essa prática profissional está sendo contemplada nas licenciaturas. Um dos pontos em debate a esse respeito é o caso das disciplinas do tipo “Prática de Ensino”.

Elas surgiram nas licenciaturas, inicialmente, como uma fusão de elementos da Didática e dos Estágios Supervisionados, e seu objetivo desde então é preparar o futuro professor para o exercício do magistério. A grande diferença entre essa disciplina e suas duas fontes de inspiração, todavia, é que as Práticas de Ensino não devem ficar focadas somente na *reflexão sobre o processo educativo* e tampouco na *prática de sala de aula*, e sim em uma *prática reflexiva*, “[...] um esclarecimento e aprofundamento da relação dialética prática-teoria-prática (PICONEZ, p. 25, 1991)”. Elas são, portanto, um elemento das licenciaturas que deve proporcionar ao futuro docente um modelo de ação profissional que rompa com as práticas pedagógicas dominantes, que saiba lidar com imprevistos, erros e “fracassos” dos alunos e entregue para a sala de aula um professor que já tenha experienciado situações reais e não-idealizadas (MARANDINO, 2003).

Em suma, as disciplinas de Prática de Ensino devem ter essa relação teoria-prática e uma constante ação reflexiva a respeito dela como suas vertentes principais (TERRAZZAN et al., 2008).

Ainda a respeito da valorização da prática na formação docente, citamos Carvalho e Gil Perez (2001), que desenvolveram um estudo sobre dois fatores

que eles consideraram os principais eixos sobre os quais os cursos de licenciatura são desenvolvidos: a formação teórica – o *saber* – e as relações teoria-prática – o *saber fazer*. Esses dois saberes são interligados justamente nas Práticas de Ensino e devem ser trabalhados e desenvolvidos em fase, de forma equilibrada, evitando dar destaque a um ou outro durante o processo. Quando se perde de vista tal cuidado, as disciplinas tornam-se excessivamente teóricas ou unicamente práticas, perdendo seu objetivo inicial.

Quando falamos especificamente dos cursos de licenciatura em Física, Química ou Ciências, esse equilíbrio entre os dois saberes é sinônimo de um desenvolvimento igualitário dos conhecimentos pedagógicos e científicos. Assim, são diversas as pesquisas da área de Ensino de Ciências que discutem quais são aspectos principais que devem estar presentes na formação inicial. Gil Pérez e Carvalho (1995), por exemplo, baseados em sua perspectiva do *saber* e do *saber fazer*, indicam que os professores de Ciências devem estar preparados para conhecer a matéria ensinada, adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem em ciências, saber preparar, aplicar e avaliar atividades, teóricas e práticas, e saber utilizar a pesquisa como motivador de uma constante atualização da sua prática.

Já autores como Delizoicov (2000) e Silva e Schnetzler (2001) destacam elementos como a História da Ciência e a Filosofia da Ciência como essenciais no processo formativo, sendo considerados como conhecimentos específicos da área das Ciências que deverão ser integrados aos saberes pedagógicos para uma ação docente completa.

Ainda, Marandino (2003), refletindo sobre o campo da pesquisa em Ensino de Ciências e a formação de professores, indicou alguns temas considerados fundamentais para os cursos de licenciatura, mais especificamente para as disciplinas de Prática de Ensino, a saber: as novas perspectivas de aprendizagem em ciências; a importância da Divulgação Científica e dos espaços não-formais de educação; e a discussão do papel do experimento no ensino das Ciências.

Esses tópicos apresentados pela autora são sugestões para as Práticas de Ensino justamente por conta de seu caráter de articulação teoria-prática.

Vejamos o caso do último tema citado, por exemplo, que vai ao encontro com o que pretendemos desenvolver neste trabalho. Discutir o papel do experimento no ensino das Ciências deve fazer parte da formação inicial do professor e essa discussão não pode ficar somente no campo do saber. Considerando o aspecto intrínseco da experimentação, que é a prática, não há lugar mais propício para a sua discussão do que numa disciplina de Prática de Ensino, onde o encontro teoria e prática levarão o futuro docente a uma

[...] discussão sobre os pressupostos, as possibilidades e os limites da experimentação nas aulas de ciências. Cabe a essa disciplina provocar uma reflexão sobre as visões ingênuas e extremamente crédulas na experimentação no Ensino de Ciências, dando a ela o caráter de mais uma entre as diferentes estratégias de ensinar ciências na escola (MARANDINO, p. 183, 2003).

A partir dessas reflexões, entendemos que é essencial que as Prática de Ensino nos cursos de licenciatura em Física, Química, Biologia ou Ciências não percam de vista dois pontos centrais: i) a vertente prática dessas disciplinas, quaisquer que sejam seus temas teóricos relacionados, e ii) contemplem a questão da experimentação no ensino, uma vez que não se pode falar a respeito de conhecimento científico sem trabalhar o aspecto experimental (HODSON, 1994; ALVES FILHO, 2000; ARAÚJO & ABIB, 2003).

Apesar de todos esses apontamentos, o que vemos acontecer na atualidade é justamente o que observamos no levantamento do capítulo anterior – as pesquisas indicam que os professores, em sua maioria, não têm sido suficientemente preparados na formação inicial para trabalhar com atividades práticas, especialmente experimentos. Isso nos revela que existe, ainda, um abismo entre o que está planejado nos projetos dos cursos de licenciatura e o que realmente é colocado em prática nas disciplinas durante a graduação (COELHO, NUNES & WIEHE, 2008; BASOLI, 2014).

Quando no referimos especificamente aos cursos de licenciatura em Física, vemos que, embora praticamente todos eles tenham em suas grades curriculares disciplinas de Prática de Ensino ou de Instrumentação para o Ensino

de Física voltadas para o uso de experimentos, os resultados das pesquisas recentes envolvendo professores em exercício somente reforçam o mesmo resultado: essas disciplinas não estão abordando de maneira satisfatória, isto é, no modelo de prática reflexiva já discutido, a questão do uso de experimentos no ensino, sendo identificada, portanto, uma lacuna formativa quanto a esse aspecto nas licenciaturas (LABURU, BARROS & KANBACH, 2007; BASOLI, 2014; PEREIRA et al., 2016).

Esses resultados apenas corroboram com nossas reflexões anteriores e ajudam-nos a justificar a presença de uma disciplina de Prática de Ensino especialmente voltada para a experimentação, e realizada nos moldes da prática reflexiva, em um curso de licenciatura em Física. Sendo assim, utilizamo-nos de todos os pontos centrais dessas discussões como base e ponto de partida para elaborar a disciplina sobre a qual realizamos este trabalho.

Prosseguiremos, portanto, para a descrição da execução desta pesquisa, que se divide em duas partes: i) a elaboração da disciplina de Prática de Ensino de Física VIII, a descrição de suas aulas e dos participantes da pesquisa e ii) os referenciais de construção e análise de dados.

Capítulo 3

Contexto de trabalho e Metodologia da pesquisa

O curso de licenciatura em Física eleito e a disciplina “Prática de Ensino de Física VIII”

Considerando as discussões propostas no capítulo anterior, selecionamos um curso de licenciatura em Física de uma universidade pública e elaboramos uma disciplina que trabalhasse questões acerca da experimentação no ensino da Física. Embora algumas disciplinas já existentes fizessem menção ao tema da experimentação ou tratassem-no como pano de fundo para outras discussões relacionadas ao ensino, não existia na grade do curso escolhido uma disciplina que trouxesse a problemática da experimentação como centro das discussões, tampouco oferecendo subsídios teóricos para sua prática na educação básica, como é o caso da grande maioria das licenciaturas brasileiras (COELHO, NUNES & WIEHE, 2008; FEITOSA, LEITE & FREITAS 2011; BASSOLI 2014; PEREIRA et al., 2016)

A escolha pelo curso de licenciatura em Física (FLI) de uma Universidade Federal, localizada no sul de Minas Gerais, se deu por questões muito especiais. Por um lado, o curso, existente desde 2002, sempre foi avaliado com nota 5 pelo ENADE, constituindo-se um dos melhores do país. Mostrou-se, então, uma escolha interessante e potencialmente frutífera para introduzir a nova disciplina. Por outro lado, trata-se do curso de licenciatura realizado pela autora deste trabalho. Como o local onde concluiu sua formação inicial, e cidade de sua residência, o curso representou uma opção de fácil acesso e boa recepção da proposta de pesquisa, já que as questões burocráticas de inserção da disciplina na grade e de observação dos alunos foram resolvidas com docentes que foram seus mentores no passado. Assim, o curso de licenciatura em Física desta instituição foi uma eleição natural de nossa parte.

Trata-se de uma instituição centenária, fundada em 1913. Durante mais de 80 anos, estabeleceu-se como referência regional na formação de profissionais das engenharias, principalmente Elétrica e Mecânica. Em 2002, foi reconhecida como Universidade e expandiu seus cursos, criando dentre eles a Licenciatura em Física. Como uma iniciativa de dois docentes, licenciados, mas astrofísicos por formação, o curso se iniciou com uma grade que já previa disciplinas específicas da área pedagógica, como as Práticas de Ensino, mas que

eram ministradas por eles mesmos ou por docentes da área de Educação de outros institutos. A partir de 2006, quando o primeiro docente da área de Ensino de Física foi contratado, as disciplinas pedagógicas ganharam uma outra abordagem e o próprio curso adquiriu uma matriz mais contemporânea².

Desde então, o curso foi incorporando mais docentes da área e também projetos importantes para a formação dos licenciandos, como o Programa de Educação Tutorial – PET – e o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID³. Atualmente, a grade conta com oito disciplinas de Prática de Ensino de Física (incluindo a que foi elaborada por nós), além de disciplinas da área pedagógica como Didática das Ciências, Psicologia da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino, Instrumentação para o Ensino de Física, entre outras.

Apesar dessa grade ser muito completa, à época da nossa pesquisa ela não contava com uma disciplina que tratasse especificamente dos aspectos teóricos e pedagógicos da experimentação⁴. Logo, propusemos a criação da “Prática de Ensino de Física VIII”, sob a sigla FIS861, com uma ementa que contemplasse todos esses tópicos considerados essenciais para que o futuro professor pudesse utilizar a experimentação em sala de aula.

O processo de criação da ementa de FIS861 ocorreu de forma conjunta. A autora deste trabalho realizou diversas reuniões com o docente atribuído à disciplina para definir a distribuição das aulas entre teóricas e práticas, selecionar os textos que iriam compor a bibliografia básica do curso e elaborar as atividades que seriam realizadas ao longo da disciplina. Com uma carga horária de 64 horas/aula, a disciplina teve 14 encontros presenciais ao longo do segundo semestre de 2016, totalizando 32 horas de aulas. As outras 32 horas foram cumpridas à distância, por meio de atividades e leituras disponibilizadas no ambiente virtual da disciplina.

² O histórico da FLI aqui apresentado foi relatado pelo Prof. Dr. Newton de Figueiredo Filho, um dos fundadores do curso.

³ O Pet é um programa que visa integrar ensino, pesquisa e extensão das universidades brasileiras, com alunos atuando como tutores e disseminadores do conhecimento. Já o Pibid é um projeto resultante da ação do Ministério da Educação que busca proporcionar aos futuros professores uma aproximação prática com o cotidiano das escolas públicas de educação básica.

⁴ Cabe aqui esclarecer que, na FLI desta instituição, as disciplinas de “Instrumentação para o Ensino de Física” não têm como foco a experimentação, ainda que voltada aos aspectos técnicos, como ocorre na maioria dos cursos de licenciatura do país.

A definição da bibliografia da disciplina se deu a partir do levantamento bibliográfico realizado no capítulo anterior e também de outras leituras consideradas essenciais para a área. Dentre todos os textos estudados acerca da experimentação, seu papel no ensino e todos os outros aspectos relevantes para a formação docente, selecionamos aqueles que entendemos pertinentes para o estudo dos licenciandos durante a disciplina, com a anuência do docente responsável. A bibliografia básica de FIS861, portanto, definiu-se com os seguintes textos:

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. B. S. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, O. N. et al. **Situações inesperadas no laboratório escolar**. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, VIII, 2002.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 525-542, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2010.

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

Como bibliografia complementar, sugerimos a leitura do livro “Atividades experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na Teoria de Vigotski”, de Alberto Gaspar⁵ e também dos seguintes artigos:

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 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**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 20, n. 3, 2014.

PEREIRA, G. R et al. Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 579-605, 2016.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2016.

A leitura desses artigos foi distribuída de acordo com a divisão de aulas estabelecida junto ao docente, de modo que a primeira etapa da disciplina ocorresse como uma formação teórica acerca da experimentação para que, posteriormente, fosse trabalhada a vertente prática com os licenciandos. Assim, o cronograma da disciplina ficou definido como mostra o quadro a seguir.

⁵ GASPAR, A. Atividades experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na Teoria de Vigotski. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2014

Quadro 2: cronograma da disciplina FIS861

DATA	ASSUNTO	LEITURAS	ATIVIDADES
AULA 1 12/08	Apresentação da disciplina e aplicação de questionário diagnóstico	--TERMO DE CONSENTIMENTO--	QUESTIONÁRIO INICIAL
AULA 2 19/08	Laboratórios didáticos e o Ensino de Física	Novos Rumos para o laboratório escolar de Ciências	Considerações dos alunos sobre o tema
AULA 3 26/08	Laboratórios didáticos e o Ensino de Física	Regras da Transposição Didática aplicadas ao laboratório	Considerações dos alunos sobre o tema + Atividade em sala
AULA 4 02/09	A experimentação no Ensino de Física: graus de direcionamento, abordagens e objetivos	Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades; Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de Ciências....	Considerações dos alunos sobre o tema
AULA 5 09/09	Seminário do professor: experimento da taça	---	Discussões quanto às dificuldades de adaptação da atividade, limitações, roteiro, etc.
AULA 6 16/09	A experimentação no Ensino de Física: Verificação	---	Apresentação de experimentos de Verificação
AULA 7 23/09	A experimentação no Ensino de Física: Verificação	---	Apresentação de experimentos de Verificação
AULA 8 30/09	A experimentação no Ensino de Física: Demonstração	---	Apresentação de experimentos de Demonstração
AULA 9 14/10	A experimentação no Ensino de Física: Investigação	Situações inesperadas no laboratório escolar	Considerações dos alunos sobre o tema
AULA 10 21/10	A experimentação no Ensino de Física: Investigação	---	Apresentação de experimentos de Investigação
AULA 11 28/10	A experimentação no Ensino de Física: Investigação	---	Apresentação de experimentos de Investigação
AULA 12 04/11	A experimentação de baixo custo e alternativas para o professor	Atividades Experimentais de Baixo Custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física; Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo	Considerações dos alunos sobre o tema
AULA 13 11/11	Seminário avaliativo	---	Apresentação do seminário individual
AULA 14 18/11	Seminário avaliativo	---	Apresentação do seminário individual
AULA 15 25/11	Seminário avaliativo	---	Apresentação do seminário individual

AULA 16 02/12	Seminário avaliativo	---	Apresentação do seminário individual
------------------------------	----------------------	-----	--------------------------------------

Importa-nos justificar brevemente a escolha desses trabalhos para compor a bibliografia da disciplina de FIS861, apresentando também nossos objetivos junto aos licenciandos.

Justificativa da escolha da bibliografia de FIS861

A divisão das aulas e as atividades elaboradas para cada uma delas tiveram origem na reflexão acerca da atual situação da área, conforme discutimos no primeiro capítulo. Dessa forma, sabíamos que era necessário primeiramente oferecer bases teóricas para os licenciandos para depois solicitar deles uma prática do ensino com uso das atividades experimentais. Assim, poderíamos avaliar não somente a evolução de suas ideias e da maneira como eles se identificam os experimentos e atribuem-lhes papéis, mas também se houve domínio das questões teóricas acerca da experimentação – se foi feito uso correto do roteiro, se houve escolha eficiente da abordagem, se ocorreu reflexão acerca do papel do aluno, etc.

Sendo assim, para a segunda e a terceira aulas, resolvemos iniciar com os trabalhos considerados mais fundamentais para a área da experimentação no Ensino de Física. Alves Filho (2000) e Borges (2002) são autores que consolidaram o referencial da temática, e trazem nesses textos os elementos mais básicos, e também de extrema importância, que todo professor deve considerar ao utilizar atividades experimentais: para que servem, como devem ser utilizadas, a necessidade da transposição didática dos conteúdos e os papéis do professor e do aluno em cada tipo de laboratório utilizado. Por isso, era imperativo que essas fossem as primeiras leituras, o primeiro contato, dos licenciandos com o referencial da temática.

Após criarmos essa base de ideias acerca da experimentação, entendemos que era o momento de falar mais detalhadamente a respeito das diferentes abordagens experimentais, os diferentes objetivos que uma aula prática pode ter e, principalmente, o papel do professor em todas essas escolhas.

Assim, selecionamos os trabalhos de Araújo & Abib (2003) e Oliveira (2010), trazem todos esses elementos de forma sistematizada. É claro que poderíamos ter ido diretamente aos originais, lendo os trabalhos de Hodson (1994) e Krasilchik (1987), por exemplo; porém, considerando nosso curto período de tempo numa disciplina de graduação, e também este último fato, consideramos mais produtivo para os licenciandos uma leitura mais contemporânea e objetiva, que trouxesse todos os elementos importantes para nós em um único trabalho.

Após essas 4 aulas, entendemos que os participantes já teriam subsídios suficientes para começar a refletir, por conta própria, acerca das diversas facetas que envolvem o trabalho com atividades experimentais. Mesmo nas aulas em que eles apresentaram algum experimento, e principalmente nelas, as discussões não ficaram de lado – pelo contrário, eram ainda mais significativas pois agora cada um dos participantes de via no papel de um professor refletindo sobre sua própria prática, colocando à prova seus conhecimentos recém adquiridos. Esse foi nosso objetivo.

Nas aulas 9 e 12, decidimos trazer novas leituras para renovar as discussões teóricas e tratar de assuntos mais vinculados com a vertente prática da disciplina. No trabalho de Borges et al. (2002) são discutidas as situações inesperadas que podem ocorrer durante uma aula de laboratório. Essa reflexão é considerada por nós como essencial para o futuro professor, fazendo-o lembrar que uma aula experimental dá muito mais margem para erros e surpresas do que uma aula expositiva tradicional. Porém, isso não significa que não se deve fazê-la, mas preparar-se ainda melhor, antecipando, se possível, os prováveis erros que podem acontecer. O objetivo dessa discussão era levar os participantes a uma reflexão acerca do erro, da falha de uma atividade, que não precisa necessariamente significar o fracasso da mesma.

Já nos trabalhos de Santos, Carvalho Piassi e Ferreira (2004) e Duarte (2012), nossa intenção era falar de modo mais sistematizado a respeito dos experimentos de baixo custo, uma vez que era esse tipo de experimento que provavelmente dominaria as aulas práticas da disciplina. O objetivo da discussão era mostrar que os experimentos dessa natureza podem ter tanto potencial educativo quanto uma montagem profissional, e também que baixo custo não

deveria ser sinônimo de relaxo ou de lixo. Esperávamos alertar os licenciandos para o uso consciente desses experimentos para não que os alunos não tivessem uma sensação de que as aulas experimentais seriam sempre sinônimo de imprevisto e sucata, desvalorizando assim o trabalho docente.

Os textos indicados como bibliografia complementar foram selecionados por razões muito semelhantes aos demais, sendo considerados por nós trabalhos de leitura obrigatória para qualquer professor que deseje trabalhar com atividades experimentais. Essas leituras foram recomendadas ao longo das aulas presenciais e foram disponibilizadas aos participantes no ambiente virtual da disciplina.

Assim, entendemos que, ao final da disciplina de FIS861, os licenciandos tivessem um conjunto palpável e bem definido de referenciais a respeito da experimentação no ensino da Física, com ideias e norteadores diretamente voltados para a sua futura prática docente. Além disso, somente a partir da apreensão desses conceitos a respeito da temática é que nós poderíamos, do ponto de vista da pesquisa, fazer qualquer consideração a respeito da evolução dos participantes ao longo da disciplina e suas maneiras de se identificar com o experimento e atribuir-lhe papéis no contexto educativo.

Breve relato das aulas de FIS861

Tomando como base o cronograma, importa-nos detalhar brevemente o que ocorreu em cada uma dessas aulas. Primeiramente, deve ficar claro que a pesquisadora estava presente em todos os encontros da disciplina e foi ela quem ministrou as aulas, conduziu as discussões, corrigiu e avaliou as atividades. O professor responsável participou de vários encontros, mas deu liberdade para que a pesquisadora assumisse o papel de docente da disciplina inclusive quando ele não estava presente.

Na primeira aula, como aponta o cronograma, foi feita a apresentação da disciplina. O professor responsável esclareceu para os alunos que todos os encontros seriam registrados e que toda a produção deles ao longo do semestre comporia os dados de nossa pesquisa. Não havendo objeção de nenhum deles,

entregamos o questionário inicial, que serviu como um instrumento diagnóstico para estabelecer o perfil dos participantes, e também o termo de consentimento, para garantir que toda atividade relacionada à pesquisa tivesse início com todos os requisitos cumpridos.

Nas aulas 2 a 4 a dinâmica de trabalho foi muito semelhante: aos alunos era solicitado que realizassem a leitura do(s) texto(s) indicado(s) no cronograma e, já em sala de aula, era feito um apanhado das ideias centrais apresentadas na literatura para, em seguida, abrir a discussão para o grupo de alunos. O mesmo ocorreu nas aulas 9 e 12. Nosso objetivo com essas primeiras quatro aulas era fornecer subsídios teóricos para as discussões acerca da experimentação e seu papel no ensino da Física.

Na aula 5 o professor da disciplina apresentou um seminário que consistiu em realizar um mesmo experimento de Física com três abordagens diferentes: demonstração, verificação e investigação. Ele o fez de modo expositivo, sem interromper as abordagens para discutir possíveis erros ou problemas. Ao final de sua apresentação solicitamos aos alunos que comentassem suas impressões sobre a atividade realizada pelo docente, pensando nas dificuldades que ocorreram para adaptar a montagem experimental às diferentes abordagens, nas limitações próprias do experimento, na necessidade ou ausência de roteiro, entre outros tópicos. Nosso objetivo com essa aula era que eles vivenciassem os pontos propostos pelos autores que haviam sido discutidos na aula anterior, isto é, que eles tivessem uma experiência real de como são cada uma das abordagens e quais são as dificuldades, limitações, vantagens e cuidados que o professor precisa considerar antes de escolher tanto a montagem experimental quanto o tipo de atividade que irá realizar.

Nas aulas 6 e 7, 10 e 11 atribuímos aos alunos a tarefa de apresentar um experimento de Física, com tema à sua escolha, acompanhado de plano de aula e roteiro seguindo cada uma das abordagens estudadas - demonstração, verificação e investigação. A apresentação foi individual e, após a mesma, a turma discutiu e avaliou as escolhas de cada colega, refletindo quanto à importância do

roteiro, às situações inesperadas e às falhas a que todo professor fica sujeito quando decide utilizar um experimento em sala de aula.

Por outro lado, todos foram estimulados também a avaliar o quanto uma aula experimental contribui para a aprendizagem de conceitos e como a criatividade do professor pode tornar um experimento simples em uma atividade instigante e produtiva.

A aula 8 teve uma atividade diferenciada, e que foi citada brevemente no capítulo anterior. A fim de que os alunos refletissem melhor acerca dos objetivos de uma atividade experimental, foi solicitado que um grupo aplicasse a atividade planejada, como professores, enquanto o outro tomaria o papel dos alunos. Assim, ficou ainda mais evidente o quanto é delicado pensar nos objetivos e procedimentos de um experimento, nas perguntas que podem surgir e nos problemas inesperados que são inerentes a esse tipo de atividade. As discussões nesta aula foram muito produtivas.

Por fim, durante as aulas 13 a 16 os estudantes apresentaram o seminário final da disciplina, que consistiu na seguinte tarefa: elaborar uma sequência didática voltada para o Ensino Médio, com número de aulas livre, que contivesse ao menos 2 atividades experimentais propostas. Essas atividades poderiam utilizar dois experimentos diferentes, com abordagens de livre escolha, ou ainda um único experimento com duas abordagens diferentes. Nosso objetivo era que os alunos reunissem, nesse trabalho, todos os conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina, uma vez que nos planos de aula e nos roteiros estariam presentes todos os elementos teóricos que foram discutidos acerca da experimentação no ensino. Além disso, a apresentação do seminário incluía a execução dos experimentos propostos na sequência didática a fim de que os alunos pudessem desenvolver uma noção prática dos planos elaborados.

Quanto à carga horária que foi cumprida no ambiente virtual, importamos dizer que as atividades realizadas pelos alunos consistiram em: leituras dos textos que seriam discutidos em aula e das leituras complementares; elaboração de resenhas ou resumos; reflexões escritas acerca das aulas e atividades; avaliação das aulas apresentadas pelos colegas.

Dessa maneira, fica caracterizada a disciplina de FIS861, por nós elaborada e aplicada, que serviu como contexto da coleta dos dados dessa pesquisa.

Procedimentos de Construção e Análise de dados

Esta é uma pesquisa que se fundamenta em abordagens de natureza qualitativa. De acordo com Bogdan e Biklen (1994, p.70), os pesquisadores que se utilizam da pesquisa qualitativa buscam “[...] compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados”.

Entre os diversos aspectos que, segundo Cohen et al. (2001), fundamentam o paradigma das pesquisas qualitativas, destacamos o fato dela buscar entender a subjetividade do mundo, da experiência humana, ser de natureza indutiva e focar as ações e as intenções dos atores envolvidos na pesquisa.

Dessa forma, os instrumentos de construção e análise de dados foram selecionados a partir das orientações pertinentes a uma pesquisa de natureza qualitativa, isto é, conhecer as ações dos participantes e compreender os significados que estes dão aos processos que caracterizam estas mesmas ações.

Para melhor descrever os procedimentos metodológicos, elaboramos duas sessões distintas, que tratam especificamente da construção e da análise dos dados.

Procedimentos de Coleta de informações

Como já foi descrito anteriormente, o contexto dessa pesquisa se deu na aplicação da disciplina FIS861 em um curso de Licenciatura em Física. Todas as informações foram coletadas, portanto, durante as aulas. Para cumprir tal tarefa, servimo-nos da técnica da observação, que é extensamente utilizada nas abordagens qualitativas por permitir “[...] um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado. Na medida em que o observador acompanha in loco as experiências diárias dos participantes, pode tentar apreender sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações” (LÜDKE & ANDRÉ, p. 30, 2017).

Uma vez que a pesquisadora participou das aulas como docente, atuando como observadora-participante (CHIZZOTI, 2018), todo o período de observação foi registrado em áudio e vídeo para manter a integridade da observação e não perder nenhum momento crucial das aulas. Assim, foram coletadas todas as falas, diálogos e interações na íntegra, informações tais que foram posteriormente transcritas.

Além dos registros das aulas, foram coletadas todas as atividades escritas produzidas pelos alunos ao longo da disciplina, tanto nas aulas presenciais quanto no ambiente virtual. Junto às transcrições das aulas, essas informações constituem o corpus documental dessa pesquisa.

Cabe-nos ainda relatar que, na aula inaugural, foi dado aos estudantes um questionário aberto (Apêndice A) que tinha como objetivo traçar um perfil de cada um dos participantes da pesquisa. Esse questionário trazia questões acerca da formação básica dos estudantes e suas experiências prévias com a experimentação, além de solicitar informações como o período do curso que estava sendo cursado e relatos de sua experiência profissional.

Caracterização dos participantes da pesquisa

A partir das respostas dadas ao questionário supracitado, traçamos o perfil dos participantes da pesquisa. O quadro abaixo traz sua identificação resumida e, a seguir, faremos uma descrição mais detalhada de cada um deles.

Quadro 3: perfil dos alunos que cursaram FIS861

Identificação do participante	Período que cursava à época	Idade (à época)
BRE	8º	22 anos
FER	8º	24 anos
JAN	2º	23 anos
MARC	2º	24 anos
MARI	6º	22 anos
STE	10º	26 anos

A estudante BRE estava no período final do curso e escolheu cursar FIS861 para cumprir seu último requisito de carga horária. Ela relatou ter tido

pouco contato com experimentos durante a educação básica e que no ensino superior essa relação havia sido enquanto aluna dos laboratórios das físicas básicas. Além disso, disse ter cursado uma Prática de Ensino que discutiu sobre o papel do laboratório no ensino. Embora estagiando no ensino médio, BRE não tinha experiência profissional como docente.

O aluno FER também era formando e elegeu FIS861 pelas mesmas razões de BRE. Relatou ter pouquíssimo contato com experimentos enquanto aluno e que não os utilizava muito em suas atividades de estágio. Também não tinha experiência na docência.

O aluno JAN havia ingressado na universidade naquele ano, e escolheu nossa disciplina por se interessar muito pelo tema. Relatou ter tido poucas aulas experimentais no ensino médio e que tinha pouco conhecimento sobre seu papel no ensino. Embora trabalhasse como monitor nas visitas públicas do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), desenvolvendo atividades de divulgação da Astronomia, o participante não contava com experiência como docente.

O participante MARC mostrou um perfil semelhante ao colega JAN. Em seu primeiro ano no curso de Licenciatura, escolheu nossa disciplina por se interessar pelo tema da experimentação já que não teve contato com o mesmo enquanto aluno do ensino básico. Sem nenhuma experiência profissional, MARC havia cursado ainda poucas disciplinas no ensino superior e era o participante com menor experiência com disciplinas como as Práticas de Ensino.

A aluna MARI já cursava o sexto período do curso quando realizou nossa disciplina. Também era monitora no LNA e não tinha experiência como docente. Relatou ter tido nenhum contato com atividades experimentais como aluna do ensino básico e, no ensino superior, um contato descontextualizado e pouco produtivo.

Por fim, o aluno STE, que já havia ultrapassado o prazo mínimo para concluir o curso (que é de oito períodos), era o participante com maior histórico de disciplinas cursadas na graduação, tendo passado por todas as Físicas básicas e todas as Práticas de Ensino. Mesmo assim, relatou não ter estudado sobre experimentação no ensino superior, embora já tivesse utilizado atividades

experimentais “por conta própria” nos estágios. STE também não tinha experiência profissional.

Como fica claro a partir desse perfil simplificado, nenhum dos participantes tinha experiência como docente e todos relataram não ter participado de uma disciplina que tratasse da experimentação como tema central. Com exceção de suas experiências pessoais enquanto alunos e da bagagem teórica de cada um, a turma era homogênea no aspecto mais elementar – todos estavam estudando sobre a experimentação e seu papel no ensino da Física, formalmente, numa disciplina da graduação, pela primeira vez.

Cabe-nos ainda ressaltar que, como essa disciplina era optativa, todos os participantes se matricularam nela por livre escolha, não tendo sido uma escolha feita pelo coordenador do curso ou tampouco uma sugestão automática do sistema acadêmico,

Quanto ao docente responsável por FIS861, doravante identificado como DOC, é professor na instituição há quase 30 anos e participou da criação do curso de Licenciatura em Física da instituição. Licenciado em Física e doutor em Astronomia, é um docente ativamente envolvido com atividades de Divulgação Científica e projetos de extensão que geralmente envolvem a execução de atividades experimentais nas escolas básicas e para o público em geral, como por exemplo o “Física na Praça”. Trata-se de um projeto em que vários experimentos e objetos museológicos de Física – gerador de Van de Graaff, ilusões de óptica, plataforma giratória, Pêndulo de Newton, entre outros – são levados para a praça de uma cidade e expostos para o público, que pode interagir livremente com os mesmos. Devido a esse perfil, o docente mostrou-se interessado em nossa proposta curricular para FIS861 e assumiu a disciplina oficialmente.

Cabe-nos ainda reforçar que todos os participantes acima descritos ficaram cientes da coleta de dados que seria realizada ao longo da disciplina e assinaram espontaneamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que formalizava sua participação voluntária nessa pesquisa.

Tendo descrito os participantes da pesquisa e como os dados foram obtidos, discorreremos agora acerca dos referenciais de análise nos quais nos apoiamos nesse trabalho.

Procedimentos de Análise de dados

Neste trabalho, optamos por utilizar os procedimentos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1991) para analisar os dados obtidos. Conforme aponta Liakopoulos (2005), a Análise de Conteúdo é um exercício

[...] de redução de dados onde o texto é codificado em determinadas categorias. A transformação do texto original em categorias quantificadas é feita através de um referencial de codificação que abrange todo aspecto importante do material de pesquisa. O desafio é reduzir uma grande quantidade de material em unidades significativas de análise, sem perder a essência (conteúdo, intenção) do material escrito original (p. 237).

Berelson (1952) define a Análise de Conteúdo como “[...] uma técnica de investigação que através de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações, tem por finalidade a interpretação destas mesmas comunicações”.

A ideia central da Análise de Conteúdo é fazer os objetos (palavras ou frases) “falarem”, isto é, compreender o que eles podem nos ensinar após serem tratados relativamente a outras coisas (BARDIN, 1991). Segundo a autora, “[...] pertencem, pois, ao domínio da Análise de Conteúdo, todas as iniciativas que, a partir de um conjunto de técnicas parciais, mas complementares, consistam na explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens e da expressão deste conteúdo [...]” (p. 42).

Como um conjunto de procedimentos, a Análise de Conteúdo é organizada em três fases: a pré-análise, a exploração do material e a interpretação dos resultados (BARDIN, 1991).

A pré-análise parte do material resultante da coleta de dados e consiste na organização de um corpus documental, ou seja, um “[...] conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos. A sua constituição implica, muitas vezes, escolhas, seleções e regras” (BARDIN,

1991, p. 126). Nesta etapa de definição do corpus documental, o analista primeiramente realiza uma leitura flutuante, despida de impressões, apenas para reconhecimento do seu objeto de análise. Ao iniciar leituras mais cuidadosas, o analista deve ter em mente seus objetivos de pesquisa ou, então, partir para a formulação de algumas hipóteses.

Na fase de exploração do material são definidas as unidades de codificação ou registro, que podem ser palavras ou frases que correspondem a segmentos de conteúdo que trazem alguma significação ao analista (p. 104). Definem-se também as unidades de contexto, superiores, que permitem compreender as anteriores recolocando-as em seu significado. A partir desta extensa codificação dos dados, o analista pode agregar unidades de contexto em agrupamentos, de acordo com as características comuns destes elementos. A autora define que esta fase de análise propriamente dita

[...] não é mais do que a aplicação sistemática das decisões tomadas. Quer se trate de procedimentos aplicados manualmente ou de operações efetuadas por computador, o decorrer do programa completa-se mecanicamente. Esta fase, longa e fastidiosa, consiste essencialmente em operações de codificação, decomposição, ou enumeração, em função de regras previamente formuladas (BARDIN, 1991, p. 121).

A respeito dessa etapa da análise, Fossá (2003) complementa que “por este processo indutivo ou inferencial, procura-se não apenas compreender o sentido da fala dos entrevistados, mas também buscar-se-á outra significação ou outra mensagem através ou junto da mensagem primeira (p.212)”.

A análise finaliza-se com a interpretação dos resultados obtidos a partir das fases anteriores. Nesta etapa, o analista utiliza-se da inferência para ir do código à significação (BARDIN, 1991, p. 137).

Embora possamos descrever a Análise de Conteúdo nessas três grandes fases, elas ainda se subdividem em etapas menores, mais detalhadas, nas quais os procedimentos do analista são bem definidos e pontuais. Baseados nelas, podemos descrever mais minuciosamente como a análise foi realizada com o nosso *corpus*, considerando nosso contexto de pesquisa e as vivências dos participantes. Essas etapas estão sistematizadas na figura a seguir.

Figura 6: detalhamento das etapas da Análise de Conteúdo.

ETAPAS	OBJETIVO	PROCEDIMENTO
Preparação das informações	Identificar as diferentes amostras de informação a serem analisadas.	Leitura de todos os materiais e estabelecer quais estão de acordo com os objetivos da pesquisa. Os documentos devem ser representativos e pertinentes aos objetivos da análise. Devem cobrir o campo a ser investigado de modo abrangente.
	Iniciar o processo de codificação dos materiais	Estabelecer um código que possibilite identificar rapidamente cada elemento da amostra a ser analisado. Este poderá ser constituído de números ou letras que a partir deste momento orientarão o pesquisador para retomar a um documento quando necessário.
Transformação do conteúdo em unidades	Definir a unidade de análise	Selecionar cuidadosamente os materiais. A unidade de análise é o elemento unitário de conteúdo a ser submetido à classificação.
Transformação do conteúdo em unidades	Identificar neles as unidades de análise	Selecionar todos os materiais. Codificar cada unidade, estabelecendo códigos adicionais, associados ao sistema de codificação já elaborado anteriormente. Ao concluir-se este processo as diferentes mensagens estarão divididas em elementos menores, cada um identificado por um código especificando a unidade da amostra da qual provém e dentro desta a ordem sequencial em que aparece.
	Isolar cada uma das unidades de análise.	Reescrever cada unidade de modo a ficarem individualizadas e isoladas. Este processo permite que possam ser compreendidas fora do contexto original em que se encontravam.
	Definir as unidades de contexto	Definir outro tipo de unidade de conteúdo, a unidade de contexto. É uma unidade, de modo geral mais ampla do que a de análise, que serve de referência a esta, fixando limites contextuais para interpretá-la. Cada unidade de contexto, geralmente, contém diversas unidades de registro.
Categorização ou classificação das unidades em categorias	Válidas, pertinentes ou adequadas	Deve ser adequada (aos objetivos da análise, à natureza do material que está sendo analisado e às questões que se pretende responder através da pesquisa) ou pertinente (todas as categorias criadas sejam significativas e úteis ao trabalho proposto, sua problemática, seus objetivos e sua fundamentação teórica).
	Exaustividade ou inclusividade	Ser exaustivo significa que deve possibilitar a categorização de todo o conteúdo significativo da análise. Deve possibilitar a inclusão de todas as unidades de análise.
	Homogeneidade	Sua organização deve ser fundamentada em um único princípio ou critério de classificação. Todo o conjunto deve ser estruturado em uma única dimensão de análise.
	Exclusividade ou exclusão mútua	Um mesmo dado não pode ser incluído em mais de uma categoria, cada elemento ou unidade de conteúdo não pode fazer parte de mais de uma divisão.
	Objetividade, consistência ou fidedignidade	As regras de classificação são explicitadas com clareza de modo que possam ser aplicadas consistentemente ao longo de toda a análise. Isto significa que não deve ficar nenhuma dúvida quanto às categorias em que cada unidade de conteúdo deve ser integrada.
Descrição	Organização e descrição dos dados	Organização de tabelas e quadros, apresentando as categorias construídas no trabalho e computando-se frequências e percentuais referentes às mesmas. Para cada uma das categorias será produzido um texto síntese expressando o conjunto de significados presentes nas diversas unidades de análise incluídas em cada uma delas. É recomendável o uso de citações diretas dos dados originais.
Interpretação	Análise detalhada do conteúdo do objeto de análise.	Através da inferência e interpretação buscar uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens.

Fonte: Moraes (1999).

Partindo dessa organização mais detalhada, descreveremos como foram realizadas cada uma das etapas de análise que compõem as fases propostas por Bardin (1991).

Primeira etapa: preparação das informações

Esta etapa começou a ser realizada a partir do término da disciplina de FIS861. Reunimos todos os documentos que foram produzidos pelos alunos – questionários, resenhas, relatórios, reflexões – tanto no ambiente virtual quanto em sala de aula. Além disso, realizamos a transcrição de todas as aulas que haviam sido áudio-gravadas. Esse material compôs o *corpus* da análise.

Optamos por realizar as análises a partir dos objetivos definidos para esta pesquisa e não por episódios; e, embora em alguns momentos tenhamos analisado um ou outro participante individualmente, colocamos nosso foco nos diálogos e nos momentos em que vários participantes interagiram e trocaram ideias. Os momentos em que tais diálogos ocorreram são indicados ao longo do texto, tenho recebido códigos somente os participantes de pesquisa, conforme indicado no Quadro 3. A escolha desses códigos por três ou quatro letras objetivou facilitar a citação dos participantes ao longo das análises, evitando qualquer confusão advinda de uma codificação mais genérica.

Segunda etapa: transformação do conteúdo em unidades

Uma vez definido o *corpus* e identificado os participantes, passamos por outra leitura a fim de definir as *unidades de análise*. Estas são palavras, expressões ou trechos que se configuram como elementos unitários de conteúdo, contendo significados pertinentes à análise. Essas unidades é que são submetidas ao olhar analítico do pesquisador e, posteriormente, classificadas. Nas tabelas que trazem as categorias elaboradas ao longo da análise, essas unidades estão identificadas e representam o cerne das opiniões e ideias dos participantes.

A fim de dar significado mais amplo às unidades de sentido, inserindo-as em uma situação ou diálogo a fim de melhor situar o leitor, nessa etapa definimos também as *unidades de contexto*. Elas são trechos maiores, que também estão indicados nas tabelas de categorização, a fim de localizar os elementos de significado num excerto maior. Essas unidades geralmente são excertos mais longos dos diálogos entre dois ou mais participantes que, como o próprio nome diz, contextualizam os significados analisados.

Optamos por não codificar as unidades de contexto, que poderiam ganhar um código ou índice do tipo “Q1” para algo retirado do “Questionário 1”, por exemplo. Isso porque a maioria do nosso *corpus* é composta por diálogos corridos, advindos da transcrição das aulas, de modo que escolhemos situar o leitor sobre a origem dos excertos ao longo do texto, descrevendo brevemente em que aula ou momento ele ocorreu.

Terceira etapa: Categorização ou classificação das unidades em categorias

Conforme agrupamos as unidades de sentido de acordo com suas similaridades, estabelecemos as chamadas *categorias de análise*. Elas são grupos que representam os aspectos centrais de uma ideia, opinião ou mensagem. De acordo com Bardin (1991), “classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com os outros. O que vai permitir seu agrupamento é a parte comum existente entre eles (p. 118)”.

Esse processo de categorização pode ocorrer em dois momentos da análise: *a priori*, quando o analista parte de categorias pré-definidas e reparte os elementos da melhor maneira possível entre elas; e *a posteriori*, quando as categorias vão surgindo à medida em que a análise avança. A autora explica que não há demérito em optar por um ou outro modelo, visto que isso depende do material analisado, dos objetivos da pesquisa e também da experiência do analista. Além disso, há regras muito claras a serem seguidas a fim de que as categorias sejam construídas com rigor técnico e confiabilidade (BARDIN, 1991).

No caso específico desta pesquisa, elaboramos diversas categorias de acordo com os objetivos da pesquisa, sempre *a posteriori*, e todas elas estão devidamente justificadas com as unidades de sentido que as representam ao longo do capítulo dos resultados.

Quarta e Quinta etapas: Descrição e Interpretação

Uma vez criadas as categorias, a etapa da Descrição demanda do analista uma boa organização dos dados, preferencialmente em quadros e tabelas, indicando corretamente as unidades de origem. Além disso, a autora recomenda que as categorias tabeladas sejam sempre acompanhadas de um texto sucinto que forneça ao leitor uma explicação geral sobre as mesmas.

Esta etapa está intimamente ligada ao passo final, a Interpretação, visto que ela é o ápice da Análise de Conteúdo em si, o momento em que o analista deduz, infere, interpreta o significado dos dados que preparou cuidadosamente nas etapas anteriores. Como balizador dessa inferência, o analista utiliza os referenciais teóricos que escolheu como pilares da sua pesquisa – é a partir deles que as categorias são examinadas, avaliadas e discutidas (MORAES, 1999).

Nesta pesquisa, o processo de inferência e interpretação dos resultados se baseia sempre nos referenciais apontados no capítulo anterior, a saber, nos autores que discutem acerca da importância da experimentação no ensino da Física, como os professores se relacionam com ela e de maneira têm sido preparados para utilizá-la em sala de aula.

Ao realizar nossa análise, portanto, respeitaremos todas essas fases propostas pela autora, orientando-nos pelo rigor que tal metodologia exige para a obtenção de resultados fiáveis. Como reforçam Silva e Fossá (2015), “(...) a análise de conteúdo transita entre dois polos: o rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade. É uma técnica refinada, que exige do pesquisador, disciplina, dedicação, paciência e tempo (p. 3)”.

Tendo sido definidos nossos referenciais metodológicos, apresentaremos, a seguir, nossa questão de pesquisa, bem como os objetivos deste trabalho.

Questão de Pesquisa

Considerando as ideias apresentadas até o momento, nosso trabalho se orienta a partir da seguinte questão:

De que maneira os futuros professores de Física se relacionam com a experimentação e que papéis atribuem a ela no contexto de uma disciplina de Prática de Ensino?

A partir desta pergunta, o presente trabalho tem os seguintes objetivos:

- No contexto da disciplina de FIS861, analisar as falas dos estudantes buscando elementos que nos permitam conhecer como eles se relacionam com a experimentação;
- Investigar os papéis que os licenciandos atribuem à experimentação;
- Identificar as lacunas na formação dos licenciandos nos aspectos que cercam o tema da experimentação (conteúdos, conhecimentos metodológicos);
- Propor ações que visem contribuir para uma formação mais adequada dos professores de Física no que diz respeito ao uso da experimentação em sala de aula.

Capítulo 4

Resultados e discussão

Neste capítulo apresentamos os resultados da nossa pesquisa, oriundos da análise dos dados coletados ao longo da disciplina de FIS861.

Conforme os objetivos dessa pesquisa, buscamos inicialmente conhecer de que maneiras os futuros professores se identificavam com a experimentação. De acordo com o questionário respondido por eles no primeiro dia da disciplina, ficou claro para nós que o contato dos seis alunos com experimentos de Física havia sido mínimo, quando não inexistente, enquanto alunos da educação básica. Somente nas disciplinas de Física Geral, já no curso superior, é que eles tiveram um contato maior com atividades experimentais.

Porém, ao citar essa experiência no ensino superior, como alunos nos laboratórios de Física, todos os relatos do questionário evidenciaram que a mesma teve um impacto negativo nos licenciandos, como mostram os excertos das respostas ao questionário:

“Pra ser bem sincera, eu aprendi a odiar realizar as experiências dos laboratórios, era na maioria das vezes desmotivador, e pouco se tinha de descobertas. [...] me sinto marcada negativamente com as experiências de laboratório em nível superior (BRE)”.

“Os laboratórios eram sempre iguais, havia um roteiro para seguir passo a passo, algumas vezes o professor não fazia comentário de como tínhamos que seguir ou nem ficava no laboratório. Em outras situações, alguns docentes ‘tentaram’ propor algo diferente, com outra abordagem, mas não explicava bem o objetivo da atividade e por fim ficava ainda mais difícil trabalhar a prática (MARI)”.

“Como aluno posso dizer que [as atividades de laboratório] tiveram pouco ou nenhum significado pra mim, representando muito mais uma coleta de dados para realização de relatórios e discussão de resultados (STE)”.

Entendemos que essa relação negativa que os licenciandos apresentaram ter com a experimentação impacta diretamente em sua motivação e segurança em utilizá-la, como docentes, em sala de aula. Conforme discutem Chagas e Martins (2009), as concepções em que os professores se baseiam para o uso ou a rejeição das atividades experimentais provêm de suas experiências, é uma construção influenciada pelo meio. No caso dos nossos participantes de pesquisa, todos eles apresentaram algum indício de uma identificação negativa

com a experimentação, característica que buscaríamos modificar ao longo da disciplina.

Dessa forma, pudemos agrupar os participantes em uma única categoria quanto à sua relação inicial com a experimentação, como indica o quadro a seguir.

Quadro 4: relação dos participantes da pesquisa com a experimentação.

Categoria	Unidades de sentido	Frequência absoluta de aparição	Excertos
A relação dos participantes com a experimentação é descrita como NEGATIVA	Odiar/tedioso/sempre iguais/sem sentido/reprodutor de relatórios	9	<i>“Como aluno posso dizer que [as atividades de laboratório] tiveram pouco ou nenhum significado pra mim [...]” (STE).</i> <i>“Quase toda aula de laboratório era igual, chegava a ser tedioso trabalhar com os experimentos” (FER).</i>

Perguntamos, então, se eles se sentiam preparados para utilizar experimentos em sala de aula. Como citamos anteriormente, alguns dos licenciandos já estavam atuando em estágio supervisionado e, portanto, já poderiam apresentar alguma experiência com a prática experimental. Porém, novamente a resposta dos participantes foi unânime – não se sentiam preparados para as aulas experimentais:

“Acredito que minha formação até o momento me preparou para outras práticas, como a abordagem CTS, contextualização, não para o uso de experimentos em sala (STE)”.

“Não, entendo que temos diferentes objetivos de laboratórios para diferentes objetivos de aprendizagem, no entanto, só trabalhamos com um modelo na faculdade, sendo abordado superficialmente. Logo, só sabemos fazer o que fazemos aqui (FER)”.

“Durante nossa formação, principalmente nas práticas de ensino, algumas vezes é solicitado que fizemos aula usando experimentos, o que contribui

para que, quando eu dê aula, eu exerça tais atividades. Porém, ainda sinto falta de alguma disciplina que nos ensine a ensinar, se é que isso é possível, a trabalhar com essas atividades (BRE)”.

Notamos, principalmente na fala de BRE que, embora o uso da experimentação em práticas docentes tenha sido solicitado em diversas disciplinas da licenciatura, nenhuma delas se voltou à necessidade de instrumentalizá-los para tal. Isso confirma o que foi discutido na introdução deste trabalho, e também reitera nosso objetivo de oferecer aos futuros professores, em sua formação inicial, subsídios teóricos bem fundamentados para que utilizem atividades experimentais com consciência e segurança.

Embora sintam-se despreparados para o trabalho com atividades experimentais, todos os participantes demonstraram compreender a importância do uso das mesmas em sala de aula, mas atribuem-lhes diferentes significados:

“Acredito que experimentos ajudam na compreensão da matéria, pois muitos alunos possuem dificuldade de abstração [...] (STE)”.

“Eles [os experimentos] são muito interessantes, saem do comum, são na maioria das vezes muito motivadores (BRE)”.

“Creio que é uma forma de tornar mais fácil o aprendizado dos alunos, pois com experimentos é possível verificar na prática os conceitos (MARC)”.

“Eu utilizaria porque traz uma dinâmica diferente pra aula, coloca os alunos para trabalhar em grupos [...] (MARI)”.

Esses quatro excertos representam os diferentes sentidos atribuídos pelos participantes à experimentação no ensino da Física. STE e JAN apresentaram a ideia de que os experimentos podem auxiliar os alunos a *compreender conceitos abstratos*, ou seja, eles seriam um recurso de amparo para os momentos em que o professor tratar de conteúdos mais complexos. Essa é uma ideia comumente reproduzida pelos professores e que restringe o papel do experimento a um apoio “visual”, uma ferramenta de ilustração da teoria. Além disso, propaga uma visão equivocada de que os estudantes são pensadores “concretos e simplistas”, e que os experimentos têm o papel de auxiliá-los na construção dos conceitos científicos (DUSCHL; SCHWEINGRUBER; SHOUSE, 2007).

A fala de BRE traz a ideia de que os *experimentos são elementos motivadores* e que “saem do comum”. Esse argumento é também defendido por diversos pesquisadores, dentre eles Laburú (2006), que apontam para o potencial das atividades práticas de instigar o interesse dos estudantes naquelas matérias e conteúdos ditos enfadonhos e complexos:

[...] o emprego de atividades experimentais, quando embutidas de traços motivadores, contribui de forma importante, ainda que parcial e temporária, para o objetivo de prender a atenção dos alunos. Inclusive, essa contribuição, provavelmente, estenda de modo favorável sua influência no desenvolvimento de etapas menos motivadoras, mas que são necessárias para completar determinada atividade escolar (p. 386).

Embora essa seja uma característica importante dos experimentos, atribuindo-lhes o papel de despertar a atenção dos estudantes para a Ciência, é importante lembrar que esse não deve ser o único objetivo de uma atividade experimental; ela pode, muitas vezes, não ser tão cativante e motivadora e mesmo assim desempenhar um papel importante no ensino e na aprendizagem de um conteúdo (HODSON, 1994; GALIAZZI et al., 2001). Voltaremos a essa discussão mais adiante.

Assim como MARC, FER acredita que *atividades experimentais auxiliam na aprendizagem de conteúdos* e ainda permitem uma verificação prática de questões teóricas. Essas são as funções mais comumente atribuídas às atividades experimentais pelos professores, dando ao experimento um caráter demonstrativo e, ao mesmo, tempo, configurando-o como recurso pedagógico eficiente. Porém, como diversas outras pesquisas apontaram, existe um abismo entre essa ideia arraigada no discurso dos professores e a maneira como eles configuram as atividades práticas em suas aulas – geralmente, o professor acredita que o experimento por ele elaborado está contribuindo para a aprendizagem, mas não se preocupa, ou não tem condições, em criar mecanismos para avaliar tal contribuição, perdendo o sentido da atividade (ARAÚJO & ABIB, 2003; LABURU, BARROS & KANBACH, 2007; OLIVEIRA, 2010).

Por fim, a fala de MARI evidencia outro papel muito atribuído aos experimentos: *tornar as aulas mais dinâmicas através do trabalho em grupos*.

Esse papel foi discutido por autores como Galiazzi e Gonçalves (2004), indicando as atividades experimentais como

[...] uma estratégia de ensino que favorece a socialização dos alunos, colocando-os em situações nas quais precisam aprender a ouvir e respeitar a opinião dos colegas, a negociar e/ou renunciar às próprias ideias, ou ainda a colocar os objetivos pessoais em segundo plano (p. 329).

Ao trabalhar com a experimentação nessa vertente, os professores visam desenvolver nos estudantes maior autonomia, habilidades de argumentação e resolução de problemas, dentre outras competências que contribuirão para a formação de sujeitos críticos. Porém, o alerta é que esses eventos não ocorrem naturalmente frente a uma montagem experimental. Como aponta Oliveira (2010), é necessário um planejamento detalhado de todas as etapas da atividade e um acompanhamento cuidadoso do professor durante a realização da mesma, caso contrário será apenas mais uma atividade prática em que os estudantes irão reproduzir as mesmas ações rotineiras da sala de aula tradicional.

Pudemos, então, agrupar as falas dos licenciandos em quatro categorias quanto ao papel que atribuem à experimentação, organizadas no quadro abaixo.

Quadro 5: papeis da experimentação no ensino da Física

Categorias	Unidades de sentido	Frequência absoluta de aparição	Exemplos de excertos
Compreender conceitos abstratos	Ajudam na compreensão/ilustrar conceitos	3	<i>“Acredito que experimentos ajudam na compreensão da matéria, pois muitos alunos possuem dificuldade de abstração [...] (STE)”.</i>
Servir como elemento motivador	Interessantes/motivadores	2	<i>“Eles [os experimentos] são muito interessantes, saem do comum, são</i>

			<i>na maioria das vezes muito motivadores (BRE)".</i>
Auxiliar na aprendizagem de conteúdos	Tornar mais fácil o aprendizado/facilita o aprendizado	4	<i>"Creio que é uma forma de tornar mais fácil o aprendizado dos alunos, pois com experimentos é possível verificar na prática os conceitos (MARC)".</i>
Dinamizar as aulas	Dinâmica diferente	1	<i>"Eu utilizaria porque traz uma dinâmica diferente pra aula, coloca os alunos para trabalhar em grupos [...] (MARI)".</i>

A partir desses dois agrupamentos iniciais, pudemos identificar, para cada um dos sujeitos de pesquisa, seu perfil quanto a maneira com que se identificam e ao papel que atribuem à experimentação no contexto do Ensino de Física. Esse primeiro perfil será um importante balizador da evolução das ideias e significados que esses licenciandos tiveram ao longo da disciplina de FIS861. Uma vez que todas as noções e opiniões apresentadas até aqui não foram polidas pelos referenciais teóricos da área, tratam-se dos ideais mais elementares dos participantes a respeito da experimentação. O quadro a seguir sistematiza esse perfil para cada um deles.

Quadro 6: noções elementares dos participantes quanto aos significados pessoais e papéis da experimentação.

Participante	Como se identifica pessoalmente com a experimentação	Papeis atribuídos à experimentação
BRE	O Ensino Superior a fez odiar as experiências de laboratório e não a preparou para o uso como docente	O experimento é elemento motivador em sala de aula
FER	Seu contato com a experimentação é como aluno coletor de dados e reprodutor de relatórios	As atividades experimentais auxiliam na aprendizagem de conteúdos
JAN	Seu contato com a experimentação é como aluno coletor de dados e reprodutor de relatórios	Os experimentos facilitam a compreensão de conceitos abstratos

MARC	Seu contato com a experimentação é como aluno coletor de dados e reprodutor de relatórios	As atividades experimentais auxiliam na aprendizagem de conteúdos
MARI	As atividades experimentais no Ensino Superior foram feitas sem clareza dos objetivos, com pouco acompanhamento do docente e “sempre iguais”	Os experimentos em grupos tornam as aulas mais dinâmicas
STE	As atividades experimentais tiveram pouco ou nenhum significado, resumindo-se à coleta de dados para confecção de relatórios	Os experimentos facilitam a compreensão de conceitos abstratos

É interessante notar como, em vários casos, os futuros professores entendem que os experimentos têm um papel essencialmente oposto àquele que tiveram na sua experiência como alunos. O participante FER relatou que sua vivência com as atividades experimentais se resumiu a confeccionar relatórios, não atribuindo a elas o significado maior de, por exemplo, auxiliá-lo na aprendizagem dos conteúdos de Física. Porém, é exatamente esse papel que ele entende ser importante quando analisa os experimentos do ponto de vista do professor. Já MARI vivenciou laboratórios maçantes e sem sentido, mas vê nos mesmos o potencial de tornar as aulas menos maçantes e mais dinâmicas. Esse paradoxo evidencia o quanto o processo de formação inicial pode marcar os licenciandos negativamente e acabar colocando as atividades experimentais num patamar idealizado – embora eles desejem fazer da experimentação um recurso interessante, motivador e positivo, suas vivências apontam para o sentido contrário.

Conforme já discutimos, essa realidade tem sido apontada como a principal responsável pelo fracasso das atividades experimentais na sala de aula: como esperar que os professores superem tal contrassenso sem oferecer-lhes os subsídios necessários? Como exigir que eles entendam os experimentos como elementos positivos para o ensino e a aprendizagem se sua identificação com os mesmos é tão desmotivadora e negativa?

Por isso reforçamos aqui a urgência de que as universidades assumam sua responsabilidade em suprir essa deficiência na formação de professores. Caso contrário, toda iniciativa voltada para o uso de experimentos no ensino básico encontrará obstáculos que não serão totalmente superados, pois encontra-

se no cerne da identidade do sujeito enquanto profissional, como defendem Laburu, Carlos e Kanbach (2007).

Assim, num primeiro momento nossos resultados indicam que a identificação dos licenciandos com a experimentação é negativa, senão neutra, carente de significados mais profundos enquanto recurso que os auxiliasse na aprendizagem ou tornassem-na mais significativa. Porém, enquanto futuros professores, os participantes vislumbram papéis diferentes para a experimentação, mostrando uma identificação positiva, de expectativas, e uma postura otimista.

Após esse momento inicial da pesquisa, ingressamos nas aulas da disciplina que, num primeiro momento, visavam oferecer aos participantes alguns fundamentos teóricos acerca da experimentação no ensino da Física.

Os dois primeiros textos discutidos (indicados no Quadro 2) foram voltados para a reflexão acerca do papel e dos objetivos do laboratório didático e também sobre os diferentes títulos que ele pode receber, de acordo com as características da atividade proposta.

Um dos pontos mais discutidos nesse contexto foi a diferença, apontada por Borges (2002), entre uma atividade voltada para o ensino do conteúdo e aquela que se volta ao ensino do método experimental. Os licenciandos demonstraram nunca ter feito essa reflexão até aquele momento, porém fizeram considerações interessantes:

“O que o laboratório tenta ensinar hoje é o método experimental, mas isso acaba divergindo da intenção do professor, se é ensinar o conteúdo através do método experimental ou ensinar como faz o método experimental. [...] nessas transposições, às vezes o professor se confunde entre o que o cientista tá fazendo e o que o aluno tem que entender daquele processo experimental, se é a teoria, o conteúdo, ou se é o método (JAN)”.

“A gente sempre faz os laboratórios de Física assim... não sei o que esse experimento faz, mas eu vou seguir o roteiro e aí eu sei usar o voltímetro, o cronômetro, mediar a força no dinamômetro. Mas que habilidades são essas, né? São técnicas (FER)”.

“Em alguns momentos, considerando que a Física tem uma ênfase experimental, a gente precisa fazer uma atividade pra ensinar o aluno a utilizar os instrumentos de medida, isso tem sua importância, mas a gente não pode achar que com isso ele vai aprender conteúdos né? (MARC)”.

Fica claro nas falas dos participantes que i) no ensino superior os laboratórios ditos didáticos muitas vezes estão focados no ensino do método experimental, e não na aprendizagem de conceitos, e essa é a ideia geral de laboratório que eles conhecem e ii) nem sempre o professor tem clareza da natureza dos seus objetivos quando planeja uma atividade experimental. Como apontou JAN, é difícil para o docente definir se a atividade realizada está focada em conteúdos ou metodologias considerando que o modelo que ele realiza, durante sua formação, não favorece tal esclarecimento. Essa dúvida a respeito das finalidades de um experimento didático é um dos fatores que leva ao atual quadro de desuso dos mesmos nas escolas pois, “além de sua completa inadequação pedagógica, sua fundamentação epistemológica é equivocada” (BORGES, p. 296, 2002).

Além disso, essa constatação de que os laboratórios no ensino superior focam no ensino de metodologias em detrimento dos conceitos, de modo pouco contextualizado com as teorias vistas em sala de aula, explica os pontos que identificamos anteriormente na maneira como eles se relacionam com as atividades experimentais: suas vivências não são de laboratórios didáticos, e sim de laboratórios científicos, por mais que as disciplinas da graduação tentem dizer o contrário.

Essa discussão foi retomada em outros momentos da disciplina, trazendo à tona a questão da natureza da atividade experimental. Foi possível comparar essas dúvidas iniciais com o que os licenciandos construíram ao longo do processo formativo e refletir acerca do impacto que os subsídios teóricos causaram em suas práticas e discursos. Falaremos disso mais adiante.

Aproveitando essas reflexões dos participantes, foi solicitada à turma que, a partir de uma mesma montagem experimental, uma equipe elaborasse uma atividade voltada ao ensino de um conteúdo de Física enquanto a outra focaria no ensino do método experimental. Apesar dos licenciandos ainda não terem passado pelas aulas que os auxiliariam no planejamento de atividades experimentais, nossa intenção era observar como eles se saíam nessa tarefa, que reflexões fariam e, principalmente, se veriam essa separação tão nítida como estava sendo proposto.

A montagem oferecida aos participantes para que elaborassem as propostas foi o Trilho de Ar, conhecido por todos eles dos laboratórios de Física Geral I. Trata-se de um experimento voltado para a verificação das leis que regem o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado e também para a obtenção do valor da aceleração da gravidade local.

Foi interessante notar que o grupo de alunos que escolheu trabalhar com o ensino do método experimental (JAN, MARC e STE) o fez por achar que seria “mais fácil”. Porém, à medida em que foram discutindo entre si, se deram conta de que a tarefa foi mais complexa do que o esperado:

“A gente achou que é difícil separar um do outro... aqui tem um pouco de conteúdo dentro dos métodos. Fica estranho, ele [o aluno] tem que saber por que tá coletando dados de medida (MARC)”.

“Achamos que seria mais fácil trabalhar o método porque basta ensinar a medir, a coletar dados, mas não tem como se o aluno não souber que tem um conhecimento ali no que ele tá coletando, fica sem sentido, senão seria aula de metodologia, né? (JAN)”.

“Realmente, não dá pra fazer com eles como é aqui [na universidade]. O experimento tem que fazer sentido pra eles, tem que ter relação com o conteúdo, mesmo que a gente queira ensinar alguma coisa do método experimental (STE)”.

Essa reflexão foi ao encontro do que esperávamos obter ao final dessa aula: numa abordagem consciente da natureza da ciência e do papel da atividade experimental, “as atividades experimentais teriam função mediadora no ensino dos conteúdos de Ciência e não do método experimental (ALVES FILHO, p. 181, 2000, grifo nosso)”. Não se deve utilizar os experimentos didáticos como ferramentas para ensinar metodologias de coleta de dados sem dar significado a esses dados, sem oferecer a quem experimenta a base teórica que fundamenta a atividade prática. O fato de os participantes terem chegado a essa conclusão por conta própria nos indicou que eles, ao menos, tentarão não reproduzir atividades práticas desvinculadas do conteúdo e de um contexto educativo.

O grupo que ficou responsável pelo experimento focado no ensino de conteúdos (FER, BRE e MARI) determinou como objetivo da atividade “verificar o valor da aceleração da gravidade e observar que ela possui valores diferentes em diferentes locais da Terra”. Porém, os procedimentos da atividade ficaram muito

abertos, sem um roteiro estruturado e com um claro problema nos objetivos , como se pode conferir no diálogo a seguir. Todavia, não foi necessário apontar ao grupo esse detalhe, que foi questionado por um dos participantes da outra equipe:

“Mas porque tem nos objetivos que eles vão discutir diferentes valores de g em diferentes lugares na Terra? (JAN)”

“Nossa... na verdade, o certo seria identificar o valor da gravidade aqui e depois comparar com o valor teórico, né? (FER)”

“Ah, mas então, se eu fosse vocês, colocaria isso como objetivo, porque dá uma impressão assim... se você fala isso pro aluno pode dar uma ideia errada pra ele, que a diferença de medida entre um grupo e outro vai ser por causa dessa diferença do g (JAN)”

“Meu Deus, a gente não acha que é uma coisa difícil elaborar uma atividade assim até a hora que começa a analisar de verdade! Eu nem tinha pensado nisso! (BRE)”

Esse curto diálogo levou os estudantes a perceberem como até mesmo uma tarefa aparentemente simples, como definir os objetivos de uma atividade, pode comprometer completamente o sucesso da mesma. Aproveitamos para reiterar que um dos objetivos daquela disciplina era justamente oferecer condições para que esses detalhes fossem dominados com clareza pelos participantes, o que representaria o primeiro passo para que eles utilizassem de modo seguro tais atividades em sala de aula (PEREIRA et al., 2016).

Quando discutimos acerca dos tipos de laboratório mais comuns, apresentados no trabalho de Alves Filho (2000) junto às ideias da Transposição Didática, foi interessante notar que alguns dos participantes associaram os laboratórios de demonstração como uma “opção segura” para o trabalho com atividades experimentais, conforme demonstra o diálogo a seguir:

“O interessante dos experimentos de demonstração é que eles são muito mais pra satisfação do professor, né, o autor até fala... e dá pra entender mesmo, porque você chega na sala, faz a sua apresentação, só você mexe no experimento. Então você controla a atividade e já evita tudo o que poderia dar errado numa coisa mais aberta (MARC)”

“Pois é, mas aí será que isso tem tanto significado pros alunos? Porque uma atividade mais investigativa pode contribuir muito mais pra aprendizagem deles (BRE)”

“Com certeza, mas aí é uma questão muito mais do professor. Porque, tipo, ele pode ser inseguro pra fazer uma coisa aberta assim, e dá mais trabalho,

então pra não ficar totalmente sem o experimento ele vai e faz uma demonstração. Tipo, é melhor que nada [risos] (MARI)”.

Observamos que essa concepção de que atividades demonstrativas são mais seguras ou mais fáceis estão presentes nas ideias de muitos professores. Em seu trabalho com professores do ensino fundamental, Pereira et al. (2016) também identificaram essa noção presente nas falas dos professores investigados. Porém, essa é uma associação equivocada e simplista das atividades denominadas demonstrativas. O próprio autor defende que

A função básica destas atividades é ilustrar tópicos trabalhados em sala de aula. No entanto, não se excluem outras funções, tais como complementar conteúdos tratados em aulas teóricas; facilitar a compreensão; tornar o conteúdo agradável e interessante; auxiliar o aluno a desenvolver habilidades de “observação” e “reflexão” e apresentar “fenômenos físicos” (ALVES FILHO, 2000).

Além disso, a ideia de que é melhor realizar uma atividade demonstrativa fechada, mascarando diversas inseguranças, do que não fazer nenhuma atividade experimental mostra que os licenciandos têm uma espécie de “senso de dever” – mesmo que o professor não esteja confortável para realizar uma determinada abordagem, ele deve fazê-la. Ora, isso nos leva a refletir sobre mais um aspecto da formação docente. Os licenciandos têm consciência de que sua formação pode ter deixado diversas lacunas, porém, no exercício da docência, eles sentem que precisam realizar tudo o que é esperado deles, mesmo que não saibam como.

Essa realidade é a de grande parte dos professores de Física do país, conforme já discutimos no primeiro capítulo, e leva a dois possíveis resultados: por um lado, impulsiona muitos professores à busca pela formação continuada para tentar preencher tais lacunas; por outro, faz com que muitos docentes tenham uma prática mal fundamentada em sala de aula, o que pode gerar prejuízos na aprendizagem dos alunos (ZIMMERMANN & EVANGELISTA, 2007; LONGHINI, 2008; DA SILVA et al., 2015).

Frente a essas opiniões, foi necessário discutir justamente sobre essa dicotomia e os resultados disso na formação dos alunos da educação básica, o que levou a novas reflexões:

“Realmente, eu não sei se faria um experimento assim sem saber bem, vai que o aluno me pergunta um monte de coisas que eu não sei responder? Não acho que é melhor do que nada. Pelo menos com a aula tradicional a gente tem segurança (MARC)”.

“Mas eu acho que por isso nós precisamos aprender como fazer os experimentos, e de todos os tipos. Não é normal isso, da gente ir pra sala de aula sem saber fazer essas coisas [risos]... só de fazer a proposta do experimento que já tava pronto a gente viu que tem detalhes pra prestar mais atenção, porque temos que pensar no que o aluno vai pensar enquanto faz o experimento, nas dúvidas que ele pode ter (FER)”.

Notamos que os participantes já demonstram perceber a importância de sanar as falhas que sua formação, até então, deixou passar. A segurança em aplicar qualquer metodologia diferenciada em sala de aula, que fuja às aulas tradicionais, advém do domínio das técnicas e fundamentos, e também da prática, que o futuro professor irá incorporar ao seu perfil profissional. Nesse momento da disciplina os participantes começam a se dar conta de que irão identificar falhas em seu processo formativo no que diz respeito à experimentação, mas em uma situação totalmente aberta e favorável à mudança e ao aprendizado.

No terceiro encontro da disciplina, foi proposta a discussão dos textos de Araújo & Abib (2003) e Oliveira (2010). Conforme justificamos anteriormente, a escolha desses dois trabalhos se deu pelo fato de apresentarem uma revisão detalhada da área da experimentação no ensino de Ciências e também por definirem, de modo claro e bem fundamentado, as diferentes abordagens e enfoques que uma atividade experimental pode receber. Ao nosso ver, esses são aspectos fundamentais da formação dos licenciandos para o uso de experimentos em sala de aula – é preciso que eles saibam como utilizar um experimento, para quê finalidades, para quais objetivos e visando obter quais resultados. Entendemos que esses dois trabalhos fornecem os subsídios necessários para essa compreensão.

Além de fornecer aos licenciandos os elementos conceituais a respeito das abordagens, nossa intenção era que eles compreendessem que i) as

abordagens não são necessariamente excludentes e ii) é o professor quem decide como abordar um experimento em sala de aula. Esse último objetivo da aula foi estabelecido, especialmente, porque muitos professores em exercício que não tem a formação adequada entendem que, quando encontram um experimento na internet ou no livro didático, devem repetir exatamente aquela abordagem proposta. Isso leva, muitas vezes, a atividades práticas ineficientes, pois embora o docente tenha encontrado um experimento que trata do conceito que ele buscava, a abordagem escolhida não era a mais adequada (OLIVEIRA, 2010).

Por isso, ficamos satisfeitos com a discussão que se seguiu, mostrando que os participantes estavam alcançando os objetivos que havíamos traçado:

“Acho que esse de demonstração está mais relacionado com o sentido de ilustrar, mesmo, algum conceito da Física, então o aluno só tem que observar mesmo (BRE)”.

*“Sim, mas aí no de verificação ele pode ter que coletar dados, ou algo assim, pra poder verificar a lei que o professor quis mostrar ali. **E eu acho que é possível trabalhar com mais de um grau de direcionamento em um mesmo experimento (FER, grifo nosso)**”.*

“Concordo, pode até facilitar a compreensão do aluno. Você pode só mostrar pra ele da primeira vez e depois adaptar a atividade pra ser de verificação, pra ele tentar descobrir alguma coisa por conta própria (MARC)”.

*“É, a grande sacada disso é que **é o professor que escolhe a abordagem né, a gente acha que o experimento é de verificação e pronto, mas não existe isso**. Se eu quiser fazer ele de demonstração eu faço, até de investigação eu posso tentar adaptar (JAN, grifo nosso)”.*

*“E também não adianta eu levar um experimento de demonstração querendo que o aluno verifique a lei, né, **cada tipo tem o seu objetivo**. Se a gente não pensar nisso, não adianta (MARI, grifo nosso)”.*

Os participantes demonstraram compreender que cabe ao professor estabelecer os parâmetros da atividade experimental e que, para tal, é necessário conhecer as potencialidades e limitações de cada abordagem. Essa compreensão foi diretamente ao encontro de nossas intenções de oferecer aos futuros professores uma formação adequada para o uso de atividades experimentais.

Assim, a fim de sugerir mais um exercício de pensar numa proposta de atividade experimental, solicitamos aos participantes que, em grupos, elaborassem um esquema que resumisse os pontos-chave dos assuntos

trabalhados. Em outras palavras, gostaríamos de compreender como os participantes organizaram esses novos conhecimentos a respeito das finalidades e abordagens da experimentação.

Foi interessante notar que um dos grupos (FER, MARI e BRE) focou na questão de que a experimentação é uma “estratégia pedagógica” e, como tal, pode ter diferentes abordagens à escolha do professor. Assim, todos os elementos do mapa foram voltados às ações e objetivos do professor. Por outro lado, o outro grupo (MARC, JAN e STE) escolheu detalhar as abordagens pontuando as diferenças entre o papel do professor e do aluno, com foco nas diferentes ações que o aluno pode ter em cada tipo de atividade experimental. Vejamos o diálogo abaixo:

“Por que vocês escolheram focar nos papeis do aluno? (DOC)”

“Ah, porque pra gente isso é o mais relevante né... a gente como professor tem que saber o que fazer em cada tipo de experimento, ok, mas o mais importante é saber o que os alunos farão quando estiverem fazendo a atividade (JAN)”

“Sim, afinal de contas isso é o que importa pro professor, pelo menos deveria ser. Mesmo que eu fique mais confortável com um experimento de demonstração, se eu sei que eles precisam aprender algo e a melhor maneira é com um experimento de investigação, então eu tenho que focar nisso, pensar nas coisas que o aluno precisa ter ali na atividade, no que ele vai pensar e fazer (MARC)”.

Essa maneira de organizar os conhecimentos que foram adquiridos, com a preocupação em destacar os diferentes papeis assumidos pelos alunos em cada tipo de experimento, nos mostra que os participantes começam a compreender a importância da experimentação para o processo de aprendizagem, mas não somente pelo senso comum que circula na área de ensino de Física. Eles demonstraram entender que a finalidade da experimentação em sala de aula não deve residir em uma satisfação profissional do docente, e sim em fornecer elementos que elevem o aprendizado dos alunos. Conforme defende Oliveira,

o importante é que suas diferenças sejam bem compreendidas de forma que possam ser aplicadas com objetivos bem definidos e com estratégias que favoreçam, dentro dos limites de cada uma, a máxima eficiência para o aprendizado de novos conteúdos, procedimentos e atitudes (2010, p. 152).

Essas três primeiras aulas apresentaram resultados muito significativos para a nossa pesquisa. Ao mesmo tempo em que fomos capazes de delinear um perfil inicial dos participantes quanto à maneira com que eles se identificam com a experimentação, vimos que os aspectos negativos de suas vivências anteriores não os impediram de apreender com entusiasmo os conceitos e ideias centrais acerca da experimentação. Além disso, não tivemos dificuldades em desmistificar alguns pontos importantes sobre a temática, como nos sugere Bassoli (2014). Como exemplo podemos citar o rápido esclarecimento dos participantes quanto à sutil, porém importante, diferença entre utilizar um experimento para ensinar conteúdos científicos ou técnicas metodológicas, bem como em relação ao equívoco de se considerar toda e qualquer atividade prática como motivacional.

Na aula seguinte, DOC realizou uma apresentação prática utilizando alguns objetos para demonstrar que é possível, com um mesmo aparato experimental, realizar diferentes abordagens na atividade. Baseando-se nas abordagens mais comumente conhecidas e utilizadas pelos professores – Demonstração, Verificação e Investigação –, discutidos principalmente nos trabalhos de Araújo & Abib (2003) e Oliveira (2010), DOC preparou sua atividade partindo de um experimento demonstrativo: utilizando uma taça, uma placa de acrílico (tampa de caixinha de CD) e água, inicialmente DOC realizou um experimento no qual uma taça cheia de água, quando tampada com a placa e virada de cabeça para baixo, não derrama. Pode-se, ainda, colocar mais uma taça no sistema, sendo que elas ficam “ligadas” unicamente através da placa de acrílico, como indicado na imagem a seguir.

Figura 7: detalhe do experimento de demonstração das taças.



Como é de praxe em um experimento demonstrativo, DOC foi o único a manipular o experimento e, após questionar os alunos a respeito dos conceitos físicos que explicavam aquele fenômeno, concluiu a atividade esclarecendo, ele mesmo, como e porque as taças ficavam presas à placa de acrílico sem cair.

Esse episódio do experimento de demonstração levou os participantes às seguintes reflexões:

“Realmente esse tipo de experimento é o mais fácil pro professor, né... ele só mostra o experimento pros alunos, é tudo mais controlado, não tem muita margem pros erros (MARC)”.

“Sim, só se o erro acontecer na própria demonstração dele, né, mas se ele for com tudo preparado, é uma coisa bem segura mesmo (STE)”.

“Ah, mas ao mesmo tempo, pro aluno quase nem conta como aula experimental né... porque, tipo, ele nem mexeu em nada, ele só viu. Isso é meio... não negativo, mas é menos interessante pro aluno, eu acho (MARI)”.

“Também acho. Pensando bem, esse negócio das abordagens tem isso, um tipo é meio que mais seguro pro professor, mas bem fechado pro aluno, enquanto o outro que abre mais pro aluno fica mais complicado pro professor, no sentido que ele tem mais coisas pra preparar (FER)”.

“Exatamente. E aí vocês têm que pensar no que o professor tem que querer quando planeja uma atividade desse tipo. Ele quer algo mais fácil pra ele ou quer algo mais interessante pro aluno? (DOC)”.

“Eu penso que a gente, como professor, quer ficar no mais fácil, mas não pode ser assim não. Temos que pensar no que vai fazer o aluno aprender mais, no que é melhor pra ele (JAN)”.

Notamos que, embora os participantes tenham um consenso de que a abordagem da demonstração é mais segura para o professor, já que somente ele manipula o experimento evitando, assim, possíveis imprevistos, eles também reconhecem que escolher a demonstração por essas razões não é viável. Vimos que essa ideia de segurança que a abordagem demonstrativa oferece não é exclusiva desses participantes, já tenho sido identificada por outros pesquisadores no trabalho com professores de Física (COELHO et al., 2008; FEITOSA, LEITE & FREITAS, 2011; PEREIRA et al., 2016). Porém, refletir melhor a respeito dessa escolha é essencial para que o docente não utilize a atividade experimental apenas para cumprir requisitos, da maneira mais cômoda possível, em detrimento dos objetivos pedagógicos e das necessidades dos estudantes.

Além disso, os participantes demonstraram encarar o experimento de demonstração como algo menos instigante para o aluno, e também mais fechado. É claro que, conforme diversos autores afirmam, dentre eles Oliveira (2010), uma das desvantagens dessa abordagem é que “a simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos e não há garantia de que todos estarão envolvidos (p. 151)”. Todavia, deve-se focar nos aspectos positivos de se utilizar esse tipo de atividade, como o curto tempo de execução, a fácil integração às aulas expositivas e a possibilidade de serem realizadas na própria sala de aula, com poucos recursos, mesmo quando a estrutura da escola é precária.

Outra recomendação feita na literatura é que, quando os professores têm pouca familiaridade com atividades experimentais, pode-se partir de abordagens mais fechadas, como a demonstrativa, e ir evoluindo aos poucos para abordagens mais abertas, tais como as atividades de investigação. Isso não só permite ao docente identificar-se de modo mais progressivo e efetivo com o planejamento e a execução de experimentos, como também dá aos alunos a oportunidade de explorar atividades mais simples num primeiro momento, ganhando intimidade com métodos e instrumentos, antes de partir para exercícios práticos mais complexos (ARRUDA & LABURU, 1998).

Em seguida, questionou os alunos sobre como aquele experimento poderia ser realizado com uma abordagem de verificação:

“Como que vocês transformariam esse experimento aqui num experimento de verificação? (DOC)”

“Os alunos teriam que verificar uma lei científica com esse experimento, né? (BRE)”

“Então eles deveriam conseguir verificar que a força da pressão atmosférica tem que ser maior que a força peso. (FER)”

“Ah, então é fácil, força peso é fácil. É só pensar na água que tá aí dentro, pesando a taça antes e depois, com a água, dá pra saber a massa. (JAN)”

“E a pressão atmosférica não é só fazer força por área? Porque a gente sabe quanto que ela vale nesse local (FER).”

“Mas eu perguntei pra vocês no início quais forças atuavam nesse sistema. Vocês falaram só força peso e a força da pressão atmosférica. Mas vocês esqueceram que tem a força de interação entre a água e a placa! E aí, como mostrar que tem essa força aqui? Como vocês teriam que fazer? (DOC)”

“Seria necessário mais um instrumento, né, como aqueles dinamômetros. Aí o aluno iria puxando até que solte, medindo a força (FER)”

“Aí fazendo as medidas das forças, poderiam verificar que as taças não desgrudam porque tem um equilíbrio de forças aí, essa seria a maneira do problema ser verificado! (BRE)”

“Se a gente fizesse dessa forma que vocês estão sugerindo acho que caberia, sim, é tipo um experimento de nível 1. Mas aí também os alunos teriam que saber esse conteúdo todo antes de fazer, né, senão ficaria todo mundo perdido (MARC)”

Cabe-nos aqui observar que o participante FER cometeu um erro conceitual quando afirma que os alunos “deveriam conseguir verificar que a força da pressão atmosférica tem que ser maior que a força peso”. Nenhum dos colegas, tampouco DOC, comentou a ocorrência deste erro. Entendemos que parte essencial do trabalho com atividades experimentais é dominar os conceitos físicos que explicam os fenômenos observados. Quando equívocos como esse ocorrem, espera-se que haja um esforço do professor para trabalhá-los e não conduzir o restante da turma a uma concepção errônea (CLEMENTE, TERRAZZAN E NASCIMENTO, 2003). Entendemos que mesmo nesse contexto – e principalmente nele –, em que os alunos são futuros professores, essa ocorrência poderia ter sido melhor explorada por DOC e transformada num momento de reflexão para os sujeitos.

Apesar desse detalhe, podemos observar que os alunos demonstraram compreender a diferença essencial entre uma abordagem demonstrativa e a de verificação – é preciso que haja clareza quanto à lei ou teoria que se deseja verificar, bem como dos procedimentos de coleta de dados e dos instrumentos. Além disso, o participante MARC fez referência a dois dos textos-base para fundamentar sua opinião: o trabalho de Borges (2002), que fala dos níveis de investigação para o laboratório de ciências, e o trabalho de Oliveira (2010), que alerta para a importância de que, “[...] Pelo fato de necessitar da abordagem prévia do conteúdo, essa modalidade de atividade experimental deve ser realizada após a aula expositiva (p. 148)”.

Essas falas nos indicaram que as primeiras aulas da disciplina ofereceram à turma o referencial necessário para compreender as diferentes possibilidades ao se realizar um experimento em sala de aula. As abordagens de

verificação e de demonstração parecem ter sido bem compreendidas, a nível teórico, até o momento.

Já para utilizar a abordagem de investigação, os participantes sentiram mais dificuldade em adaptar o experimento. Entendemos que isso se deve ao fato desta ser a abordagem mais complexa, do ponto de vista de todo o preparo que o professor precisa realizar para que a atividade seja, de fato, instigante, e que inspire um processo investigativo como o de um cientista que busca a solução de um problema (Oliveira, 2010).

As falas a seguir mostram como foi a construção das ideias dos participantes a respeito do experimento de investigação.

“Acho que é só deixar a pergunta de porque isso acontece, deixando pra eles [os alunos] descobrirem porque o fenômeno acontece (FER).”

“Ah, eu acho que não é tão simples. É difícil pensar como investigação essa montagem, pode ser que não dê certo (STE).”

“O aluno poderia pensar em mudar o líquido, colocando detergente, por exemplo. Isso mudaria alguma coisa? (DOC).”

“Ah, mudaria a força da ligação entre a placa a taça (JAN).”

“Então poderia mudar o diâmetro da taça também e ver o que acontece” (MARC).”

“Sim, vejam que mesmo nesse experimento simples temos opções de abordagens diferentes. Mas isso não significa que será fácil! (DOC).”

“Concordo, mas certamente teriam outras montagens, outros experimentos mesmo que seriam mais ricos pra uma coisa investigativa, né (MARC).”

“Gente, mas pra fazer o que vocês sugeriram, do detergente e de mudar a taça, a gente teria que fornecer isso pra eles na bancada, né? Senão eles não iam pensar nisso sozinhos, tem isso também (BRE).”

“Aí sim... e também o professor tem que ficar por perto pra auxiliar os alunos e ir orientado o pensamento deles, tipo um nível mais aberto mesmo, senão eu acho que [a atividade] não ia dar em nada (STE).”

“E ainda tem isso, tudo o que o aluno pode precisar pra fazer a investigação já tem que ter sido pensado. Se ele vai precisar medir massa e depois calcular volume, a gente tem que dar a balança e a régua pra ele, já fica como uma pista. Mas, assim, eu concordo com o STE, acho que se o professor não ficar ali, junto, instigando e fazendo umas perguntas, mesmo, talvez seja muito aberto pro aluno pensar em tudo sozinho (MARC).”

“Gente, pensando nisso tudo, no final deve ser legal a gente ver que o aluno conseguiu sozinho, né? Porque a gente fornece só algumas dicas, tá ali só pra estimular eles a conseguirem fazer por conta própria... pra gente deve ser um sentimento, assim, de satisfação, mesmo, e pra eles sem se fala! (MARI).”

Notamos que a intervenção de DOC foi essencial para que os participantes conseguissem pensar de maneira mais efetiva nos elementos que a atividade de investigação necessitaria. Ainda assim, eles foram capazes de pensar em aspectos importantes: i) não basta “jogar” a pergunta para os estudantes frente a um experimento e esperar que eles consigam elaborar um processo investigativo; ii) algumas montagens experimentais favorecem, mais do que outras, a abordagem de investigação e iii) é necessário que o professor pense com muito cuidado nos elementos de apoio que serão oferecidos com a montagem, bem como no seu próprio papel de mediação, caso contrário a investigação pode não acontecer.

Entendemos que esses elementos apresentados pelos participantes vão ao encontro com a literatura, que alerta para a importância de se estruturar adequadamente uma atividade investigativa para que ela seja bem-sucedida (ARAÚJO & ABIB, 2003). Além disso, como reforça Borges (2002), apesar dessa modalidade exigir mais tempo e atenção do professor, ela também dá a ele um papel diferenciado, pois ele deixa de ser o executor da atividade para atuar como um mediador e incentivador.

Por outro lado, por ser a abordagem mais complexa das três, exige do docente um planejamento muito detalhado e muita clareza do que se deseja obter no final da prática. Deixar os alunos investigarem por conta própria, com poucos elementos de orientação (sem um roteiro fechado, por exemplo), não é sinônimo de pouco trabalho por parte do professor, já que ele deve antecipar quais hipóteses podem surgir, como a montagem favorece a tomada de dados, quais serão as possíveis dúvidas e discussões, dentre outros aspectos. Mesmo assim, esse é um trabalho extremamente satisfatório para o docente, como mencionou MARI, já que objetiva desenvolver a autonomia dos estudantes e outras habilidades que vão além da aprendizagem de conceitos. Como aponta Oliveira (2010),

O método investigativo tem, então, se revelado eficaz no desenvolvimento de aspectos fundamentais para a educação científica, tais como a possibilidade de fornecer aos alunos oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação, teste, discussão, dentre outros (p.150).

Um pouco mais adiante, ainda nessa aula, DOC solicitou aos participantes que calculassem as forças atuantes na taça ligada à placa de acrílico, oferecendo-lhes como instrumentos adicionais apenas régua e balança. A intenção de DOC era que eles passassem pela experiência sugerida por eles próprios para a abordagem de verificação e confrontar, se fosse o caso, suas ideias iniciais.

Os participantes se reuniram em 2 grupos e gastaram cerca de 40 minutos para chegar a algum resultado significativo, e reconheceram que não se deve subestimar a dificuldade de trabalhar com um roteiro mais aberto, enquanto aluno. O diálogo a seguir exemplifica essa impressão:

“Nossa, eu achei meio difícil. Porque não é só saber as forças, tem que entender como elas atuam, tem que saber calcular o volume da taça... acho que no começo eu não tinha pensando em todo esse trabalho que o aluno iria ter (MARI).”

“Concordo com a MARI, a gente fala que o aluno vai ter que verificar a lei calculando as forças, mas não para pra pensar no processo todo, nas etapas que ele tem que ter em mente (STE).”

“Por isso mesmo que eu achei que se a gente tivesse um roteiro a verificação ficaria mais fácil. Foi quase investigação isso (risos)! Mas de todo modo, acho que a gente subestima a dificuldade que é o aluno pensar no processo experimental sozinho (MARC).”

“Sim, exige muita autonomia e orientação também. A gente como professor pensa que o aluno vai ter a mesma linha de raciocínio que a gente (risos), mas é muito diferente. Isso foi legal pra abrir os olhos mesmo (JAN).”

Observamos que os participantes demonstraram ter amadurecido seu processo de reflexão acerca das abordagens, principalmente quando reconhecem que pode existir um abismo entre o que o professor imagina quando elabora a atividade e o que realmente acontece durante a aula. O planejamento de uma atividade experimental, independente da abordagem escolhida, só será bem-sucedida se o professor fizer um preparo adequado da mesma, consciente dos objetivos pedagógicos e das possíveis dificuldades que podem surgir no caminho. Conforme alertam Ferreira, Leite e Freitas (2011), “[...] é imperativo advertir que o professor necessita compreender pedagogicamente a proposta interacionista subjacente ao uso do laboratório didático (p. 307)”.

Além disso, como levantou o participante MARC, muitas vezes é importante que a atividade prática seja acompanhada de um guia ou roteiro (BORGES, 2002; ARAÚJO & ABIB, 2003) para que o trabalho dos estudantes seja orientado, com maior ou menor grau de abertura. A menção ao roteiro surgiu como um elemento importante para o sucesso das atividades experimentais e era um ponto que ainda não havia sido considerado nas reflexões dos participantes.

A partir de todas essas ideias, foi possível agrupar as compreensões dos participantes acerca das três principais abordagens experimentais conforme indicado no quadro a seguir.

Quadro 7: compreensões dos participantes acerca das abordagens experimentais

Abordagem	Como é compreendida pelos participantes	Unidades de sentido
Demonstração	É o tipo mais fácil e mais seguro para o professor, evitando erros. Porém, também pode ser pouco motivador	Mais fácil/seguro/mais controlado/menos interessante
Verificação	É necessário apresentar uma lei ou teria a ser verificada, sobre um conteúdo já estudado. Deve-se pensar nas etapas do experimento e nos instrumentos oferecidos aos estudantes	Verificar uma lei/saber o conteúdo antes/pensar no processo/exige autonomia e orientação
Investigação	Mais complexa do que as demais, exige mais trabalho do professor, uma postura diferenciada e pode ser difícil de realizar, mas os resultados valem a pena	Auxiliar/orientar os alunos/instigar os alunos/pensar em tudo antes/sentimento de satisfação

Podemos observar que suas impressões acerca das abordagens não estão muito distantes daquelas apresentadas na literatura, embora sejam ideias que ainda não partem de suas experiências com o uso dos experimentos. Conforme as aulas foram avançando, analisamos se essas compreensões se modificaram e como a prática com os experimentos pode alterar seu ponto de vista.

Nas aulas que se seguiram demos mais espaço para que os participantes pudessem desenvolver seus próprios roteiros e planos de aula, escolhendo as abordagens, graus de direcionamento e objetivos pedagógicos para diferentes atividades práticas. As apresentações dos experimentos foram

sempre seguidas de discussões e reflexões por parte dos participantes, que começaram a colocar em prática os conhecimentos obtidos na disciplina até então.

Em uma dessas aulas, BRE apresentou um experimento de demonstração para trabalhar a questão “O ar tem massa?”, objetivando também abordar o conceito de pressão atmosférica. Consistiu em uma garrafa de vidro que foi aquecida e, em seguida, “tampada” com uma bexiga vazia. BRE perguntou aos colegas o que eles estavam observando, e todos responderam que a bexiga estava enchendo de ar.

“Porque isso acontece? O que vocês acham? (BRE)”

“Por causa da diferença de pressão (JAN).”

“Quando a gente aqueceu a garrafa, o ar dentro da garrafa ficou quente. Se o ar tá mais quente lá dentro, as moléculas estão mais espaçadas, ou seja, a pressão ali é menor. A pressão aqui fora é maior, então faz uma pressão na bexiga fazendo com que ela encha. No final da minha aula eu pediria pros alunos escreverem um pequeno texto explicando porque a bexiga encheu (BRE).”

“Mas no seu plano de aula você falou que responderia a pergunta ‘o ar tem massa?’. Como que esse experimento responde isso? (FER)”

“Então, existem outros experimentos que podem provar isso, como medir o peso de uma bexiga vazia e depois cheia... mas é que a ideia era ter essa discussão inicial, não seria pra trabalhar esse questionamento em si (BRE).”

“Mas então seu experimento não serviu pro objetivo que você queria (JAN).”

“Pareceu que aquelas perguntas que você fez no início não tiveram muito a ver com o que o experimento demonstrou. E pensa nos alunos, eles não iam ficar com mais dúvida do que entender o que aconteceu? (MARC)”

“Talvez, eu queria que eles chegassem a algumas conclusões sozinhos (BRE).”

“Mas não seria bom contar com isso, a gente aqui já não conseguiu seguir o seu raciocínio. Foi legal o experimento, mas pra mim ficou muito fora do que você falou que era seu objetivo (FER).”

Ficou claro para os participantes que o planejamento de BRE não foi bem-sucedido. Embora ela tenha argumentado que na elaboração da atividade experimental todas as perguntas e o que ia ser demonstrado com o experimento estavam conectados, isso não se efetivou na hora da aula. Como a primeira ocasião em que os participantes tiveram que colocar em prática o que havia sido

estudado, a experiência de BRE serviu para mostrar que há um grande caminho a ser percorrido entre teoria e prática.

“Nossa, eu achei que estava tudo claro, na minha cabeça as perguntas e a demonstração estavam encaixando bem (BRE).”

“Isso é normal quando é a primeira vez em que planejamos um experimento. E por isso falamos que esse era o desafio, nas aulas teóricas, porque quando vocês fazem um roteiro ou esse plano de aula aí as coisas são muito bonitas, mas na hora de fazer para os alunos é outra realidade (DOC).”

“É, a gente não pensa que os alunos não têm todos os conhecimentos que já temos, então podem vir umas perguntas nada a ver com o que planejamos ou então eles podem não entender nada. Daí vai ser um fracasso né (risos) (JAN).”

“Ainda mais porque no experimento de demonstração tem que ficar claro a teoria ou a lei que queremos demonstrar, né, como a gente estudou. E se não ficar claro pra eles então o experimento não cumpriu o objetivo (MARC).”

“Eu acho que do jeito que a BRE pensou essa aula o experimento tinha que ser mais de investigação, né? Porque ela queria que os alunos chegassem a umas conclusões bem complexas que o experimento não deu pra eles informação. Então eu acho que seria o caso dessa aula ter um experimento investigativo pra casar com as perguntas (FER).”

“Concordo, gente. Na minha cabeça não ia acontecer essas dúvidas, eu devia ter pensado melhor, né... só na hora aqui que fica óbvio algumas coisas, alguns erros de planejamento (BRE).”

Nesse diálogo observamos que os participantes JAN, MARC e FER demonstram um domínio das bases teóricas acerca das abordagens experimentais ao refletir sobre a experiência de BRE. Notamos que eles trazem elementos teóricos, discutidos nas aulas anteriores, para entender o que poderia ter sido melhorado ou modificado na atividade proposta para que esta cumprisse os objetivos definidos pela colega. Além disso, BRE reconheceu que deve partir do professor uma reflexão mais cuidadosa a respeito de todos os fatores que podem interferir no resultado de uma atividade experimental, como discute Pereira (2010):

Nenhuma atividade experimental assegura, por si só, a obtenção dos efeitos esperados no processo de ensino-aprendizagem. Dentre as dificuldades já assinaladas anteriormente, destaca-se também a maneira pouco reflexiva com que os professores elaboram seus planos de aula e fazem uso do trabalho prático (p.2).

Na sequência, o participante FER apresentou seu experimento, que ele disse ter como objetivo demonstrar como as variáveis de estado (pressão, volume e temperatura) se relacionam. De acordo com seu planejamento, a partir do que seria demonstrado experimentalmente, os alunos discutiriam a teoria.

O experimento tratava-se de uma seringa preenchida com água. Ao puxar o êmbolo da seringa com o furo tampado, a água entraria em ebulição. O participante fez um desenho no quadro para auxiliar no entendimento do experimento, já que ele não funcionou na hora da demonstração. Seguiu-se, então, o diálogo abaixo:

“A pressão no início era a pressão atmosférica, mas quando eu tampo o furo, o que acontece? Se vocês tivessem conseguido visualizar? Se eu tenho a seringa sem mudar o volume e mexo no êmbolo, eu tô alterando a pressão... e aí? (FER)”

“Deve ter uma mudança de temperatura (JAN).”

“Isso, e por isso vocês iam observar que a água entraria em ebulição (FER).”

“Mas a água aí tá em 100 graus celsius? (MARI).”

“Não, ela entra em ebulição numa temperatura menor, essa é a questão (FER).”

“Nossa, mas o experimento sozinho não ia mostrar isso não... eu não consegui nem ver (risos) (BRE).”

“Eu não entendi nada. Acho que a aula precisaria de muito mais contexto para fazer esse experimento, até porque você teve que explicar tudo pra gente (MARI).”

“Eu acho que só faltou, assim, você fazer numa seringa maior, porque não deu pra visualizar nada. Aí meio que não teve demonstração (STE).”

“É, se você tivesse numa sala cheia, cara, ninguém ia ver nada, você ia ter que passar em cada carteira e o pessoal ia ficar muito disperso (MARC).”

“Eu já tinha feito esse experimento com uma seringa grandona, achei que ia funcionar aqui (FER).”

“Mas então, vocês têm que testar essas coisas antes da aula, não pode deixar pra ver o que vai acontecer só na hora. Ainda mais quando a intenção é mostrar alguma coisa da Física acontecendo, tem que demonstrar mesmo (DOC).”

Apesar de algumas confusões conceituais, a situação descrita foi muito positiva no sentido de que os participantes puderam ver que um experimento pode falhar. O participante FER não preparou adequadamente sua demonstração e, numa aula real, isso teria minado completamente os seus objetivos pedagógicos.

Como DOC alertou, o professor não pode confiar que o experimento não vai apresentar erros ou falhas, e sim testá-lo e estar preparado com uma alternativa. Esse ponto já foi abordado por outros autores que trabalharam com professores na formação continuada (Feitosa, Leite e Freitas, 2011; Pereira et al., 2016), e parece ser um fator limitante para o uso de experimentos em sala de aula. Assim, entendemos que essa situação possibilitou aos participantes um momento de reflexão e crescimento formativo – uma vez que eles não tinham nenhuma experiência prática com atividades dessa natureza, ver que elas podem falhar e o quão importante é o planejamento docente se configurou como uma oportunidade de aprendizado em relação ao tema.

Quando o participante JAN apresentou seu experimento, observamos que houve uma integração muito mais satisfatória dos objetivos pedagógicos com o experimento de demonstração. Ele selecionou uma atividade que demonstra a deflexão da agulha de uma bússola quando exposta a um fio atravessado por corrente elétrica (experimento de Oersted). Seu objetivo era ilustrar que a corrente elétrica gera campo magnético. Ao final da sua apresentação, seguiu-se o diálogo:

“Foi muito legal, porque deu pra ver direitinho que o seu experimento encaixou na aula que você pensou, seu objetivo foi cumprido. Acho que o lance do experimento de demonstração é isso, né, você mostrar pro aluno o conceito que você quer (MARC).”

“E você começaria a aula com esse experimento? (BRE)”

“Acho que poderia ser, sim, pra instigar a curiosidade deles, mas como demonstração eu pensei que eles precisam saber primeiro o que é campo, o que é corrente, senão vou estar mostrando algo que eles ainda não sabem (JAN).”

“Concordo com o JAN, não é a melhor estratégia iniciar um tópico falando de campo magnético se eles ainda não têm essa ideia na cabeça. E do jeito que ele fez fecha a aula direitinho, ele explica que a corrente gera campo e já vem mostrando isso acontecendo na vida real (STE).”

“Eu fico feliz que deu certo, que consegui montar isso e deu certo aqui. Mas não foi tão fácil fazer o plano de aula, porque a gente pensa fácil num experimento legal, mas colocar ele na aula, junto com o conteúdo direitinho, não é assim direto (JAN).”

Mais uma vez os participantes demonstraram compreender bem o papel de um experimento demonstrativo em uma aula, e o relato de JAN reforça o que

hávamos pensado no início da disciplina: dar aos futuros professores a oportunidade de praticar o uso de experimentos, a montagem da aula e lidar com as possíveis falhas é tão importante quanto lhes fornecer os subsídios teóricos acerca do tema. Assim como uma aula experimental é vazia sem o conteúdo, um processo formativo focado em apenas uma vertente (teórica ou prática) provavelmente deixará lacunas significativas (COELHO, NUNES & WIEHE, 2008).

O participante MARI escolheu o tema Acústica para sua aula experimental. Sua proposta de experimento consistiu em colocar um celular reproduzindo música dentro de um copo cilíndrico, o que alterou a maneira como ele foi percebido pelos presentes. Porém, para alguns essa diferença não foi perceptível, e a extrema simplicidade do experimento gerou opiniões controversas:

“Eu entendi o que você quis fazer, mas você não acha que isso ficou muito simples? Porque seu objetivo seria o quê, explicar por que o som mudou? (FER).”

“E você fez só uma vez, eu quase não percebi diferença. Se eu fosse um aluno ia achar meio assim, ah, não aconteceu nada (BRE).”

“Então, nas próximas aulas eu levaria recipientes de outros formatos para discutir como isso altera na propagação, em alguns casos amplifica o som, mas meu objetivo era só falar da propagação mesmo (MARI).”

“Eu penso que você poderia ter sofisticado um pouco mais, discutindo outras características do som também, e puxando pra falar de reverb, de eco, de autofalante, outras coisas (MARC).”

“Pra mim o mais importante é que ficaram faltando explicações conceituais na sua demonstração. Porque eu não percebi diferença de intensidade, e sim uma distorção mesmo. E isso poderia gerar muitas dúvidas nos alunos, você precisaria ter considerado isso (DOC).”

“Ah, eu achei que isso daria uma aula legal, mas fazendo com vocês aqui agora eu percebo que faltou mesmo algo a mais, porque esse simples pros alunos pode parecer uma coisa meio jogada, meio malfeita (MARI).”

Vemos aqui que, mais uma vez, o planejamento docente deixou a desejar. MARI não ponderou todos os possíveis resultados da atividade e acabou apresentando um experimento que demonstrou, sim, algum fenômeno, mas o mesmo não foi bem explorado e tampouco compreendido por alguns dos presentes. Porém, consideramos que essa situação, assim como a anterior,

contribui para a formação desses participantes, pois eles estão experimentando pela vez realizar uma atividade prática e testá-la, colocá-la à prova, avaliá-la (BINSFELD & AUTH, 2014). Esse é mais um episódio que demonstra a importância do caráter de prática reflexiva das Práticas de Ensino, conforme discutimos nos capítulos anteriores.

O último participante a apresentar sua atividade demonstrativa, STE, selecionou um experimento que tinha um significado importante para ele – foi o único experimento que teve durante sua vida escolar: “eu achei fenomenal, quando ele [o professor] fez brilhou a luz nos meus olhos, quando eu entendi o que estava acontecendo ali (STE)”. O experimento, muito conhecido e também simples, consiste em soltar, de uma mesma altura, um livro e uma folha de papel, a fim de demonstrar que há diferença no tempo de queda desses dois corpos. Em seguida, coloca-se a folha de papel sob o livro e observa-se que eles caem juntos.

STE definiu como objetivo dessa atividade discutir o papel da resistência do ar na queda dos corpos, além de fazer uma discussão histórica acerca da suposta experiência de Galileu na torre de Piza.

Ao contrário do que aconteceu durante a apresentação de MARI, STE realizou uma explicação conceitual completa acerca do experimento e fez uma contextualização interessante com a história galileana. Isso gerou algumas reflexões interessantes nos participantes:

“Ficou muito legal, porque mesmo sendo um experimento meio bobinho, até, a maneira como você encaixou ele na aula tornou tudo muito interessante (FER).”

“Acho que isso foi o mais difícil pra todo mundo hoje, né? A gente pensou em experimentos legais, o efeito é interessante, mas na hora de explicar isso no meio de uma aula pode sair completamente diferente do planejado (JAN).”

“Concordo, pra mim isso foi o mais difícil, porque tem muitas variáveis na aula que a gente não pensa, às vezes, na hora de escolher o experimento. Se for uma turma grande, um pessoal que fala demais, ou um experimento muito simples pra idade deles, pode ser que não funcione do jeito que o professor queria (MARC).”

“Pra mim o que mais marcou nessa primeira rodada dos experimentos é que um experimento fora da aula ou mal colocado no planejamento pode acabar dando errado, não no sentido de não funcionar, mas de não cumprir o papel de aprendizagem que o professor tinha pensado, sabe? (BRE).”

“Sim, e quando a gente tava só fazendo as leituras isso meio que já estava lá, mas só agora que a gente entende bem o que isso quer dizer (risos) (JAN).”

Esse diálogo nos mostra que os participantes começam a efetivar uma reflexão acerca da prática e, não só isso, mas que também compreendem o quanto a utilização de experimentos é uma ação que exige um escopo de conceitos e planejamento. Isso vai ao encontro não somente dos nossos objetivos com a disciplina de FIS861, mas também com resultados como os de Binsfeld e Auth (2016), que afirmam que, quando não há uma preocupação em qualificar o futuro professor para o uso de atividades experimentais,

[...] há reflexos negativos na maneira de desenvolver as atividades experimentais ou, ainda, de não desenvolvê-las. Na maioria das vezes, quando isso acontece, é devido à formação inicial dos professores, que não tiveram em sua graduação orientações e aprendizados em grau suficiente sobre como planejar e realizar aulas práticas com desenvolvimento sistemático de experiências, vinculando teoria e prática, condição necessária para resultar num ensino-aprendizagem significativo.

Com a primeira aula em que os participantes apresentaram suas propostas de aula experimental, pudemos ver que dois elementos centrais vieram à tona quando eles confrontaram seus conhecimentos teóricos com a prática. O primeiro deles, e mais evidente, é que as atividades podem falhar e/ou não sair como esperado. Seja por falta de testes prévios ou por situações inesperadas em sala de aula, quando a atividade experimental não acontece corretamente, o professor deve ter uma alternativa – seja uma montagem extra, um vídeo demonstrando o que deveria ter sido visualizado ou até mesmo um “preparo psicológico” para reverter a falha sem perder do controle da aula. Os participantes que passaram por essa experiência da falha experimental não estavam preparados com nenhuma alternativa e puderam ver que, numa aula real, eles não estariam seguros o suficiente para transformar o erro numa discussão ou direcionar os alunos para outro foco.

O segundo ponto que se evidenciou na comparação teoria-prática foi a dificuldade de se integrar satisfatoriamente os objetivos da aula com o que realmente poderia acontecer em sala a partir da atividade experimental. Praticamente todos os participantes relataram que durante ou depois da

demonstração do experimento surgiram perguntas ou assuntos que eles não haviam previsto no planejamento. Isso pode levar a certa insegurança por parte do professor, principalmente no início da carreira docente. Consideramos que este é um elemento essencial das aulas experimentais pois, como fontes de motivação e potencial para despertar a atenção e curiosidade dos alunos, essas aulas são ambientes extremamente propícios para o surgimento de questionamentos e reflexões mais amplas, que podem muitas vezes fugir do escopo inicialmente pensado pelo professor. Todavia, isto não deve ser um fator limitante para a realização de experimentos, e sim um estímulo extra para que os docentes elevem seu nível de capacitação e tenham domínio ainda maior dos conteúdos ensinados (BINSFELD & AUTH, 2014).

Foi também interessante observar que, durante a fase dos estudos teóricos, os participantes classificaram os experimentos de demonstração como “mais fáceis” de serem realizados, configurando-se como a “opção mais segura para o professor (BRE)”. Todavia, na primeira situação em que eles tiveram que utilizar tal abordagem, saindo do plano teórico, puderam constatar que suas impressões eram um tanto precipitadas:

“Fazer os experimentos de demonstração foi como esperado? Pensando no que vocês haviam estudado na primeira fase da disciplina? (DOC)”

“Ah, eu particularmente achei que foi mais difícil do que o esperado. A gente até falou no dia da discussão que o experimento demonstrativo era mais fácil e tudo mais, mas na hora de pensar nele pra realizar em sala de aula a gente vê que não é tão simples (STE)”

“Concordo, porque quando a gente pensa como o professor, tem vários outros fatores a se considerar além de pensar em qual experimento usar, tem que fazer os objetivos, pensar no momento da aula, não é só levar o experimento e pronto. Ainda mais no caso quando não dá tão certo, como aconteceu comigo aqui (risos) (FER)”

“Eu também achei que o experimento de demonstração depende muito do efeito visual, se ele não tiver um efeito muito chamativo pode ser meio chato pros alunos, porque eles não fazem nada com ele, no sentido de coletar dados e tal. Então não é tão simples escolher (BRE)”

“Pra mim o mais complicado é pensar no experimento casando com os objetivos da aula, porque às vezes a gente acha na nossa cabeça que os alunos vão pensar em tal e tal coisa que cumpre o objetivo, mas eles acabam pensando em outra. E também podem aparecer perguntas que a gente não pensou. Tem que ter um jogo de cintura na hora da apresentação (JAN)”

“Ah, pra mim o pior foi o experimento não funcionar. Eu não ia saber o que fazer se isso acontecesse na aula, eu ia ficar, tipo, nossa, acabou a aula agora, não tenho plano B (risos) (MARI)”.

Fica nítido que as primeiras impressões dos participantes acerca dos experimentos de demonstração foram colocadas à prova. Daí reforçamos a importância da vertente prática quando o assunto é preparar os licenciandos para o uso de atividades experimentais – se eles não tivessem passado por essa experiência de simular a aula experimental, não vivenciariam as dificuldades e problemas que são inerente a esse tipo de atividade, podendo levar para sua prática profissional concepções ingênuas acerca das mesmas (MARANDINO, 2003).

Consideramos que esse resultado somente reforça nossa iniciativa com a disciplina de FIS861 e nossos argumentos iniciais de que é necessário instrumentalizar o futuro professor quanto ao uso das atividades experimentais e que tal ação não pode estar limitada a disciplinas ou aulas que o façam de modo teórico. O espaço para colocar em prática o que foi estudado, refletir sobre os resultados e, principalmente, poder cometer erros num ambiente seguro (e não numa sala de aula) se mostrar essencial para a formação desses participantes, conforme aponta Marandino (2003):

A relação teoria-prática deve ser assim garantida na matriz curricular dos cursos de formação inicial de professores, em especial na Prática de Ensino das áreas das Ciências Naturais. Nessa perspectiva, esta disciplina deve promover a articulação dos saberes específicos com aqueles pedagógicos, procurando incorporar ao seu programa as questões que se colocam hoje tanto no campo educacional mais amplo como na educação científica (p. 176).

Podemos, então, sistematizar a primeira situação em que os participantes puderam comparar teoria e prática no que diz respeito aos experimentos de demonstração:

Quadro 8: comparação das concepções dos participantes acerca das atividades de demonstração

Aspectos teóricos da Demonstração	Unidades de sentido	Aspectos práticos da Demonstração	Unidades de sentido
É o tipo mais fácil e mais seguro para o professor, evitando erros. Porém, também pode ser pouco motivador	Mais fácil/seguro/mais controlado/menos interessante	Deve ser pensado com cautela, pois sua simplicidade não é sinônimo de facilidade de planejamento	Mais difícil que o esperado/não é tão simples/ outros fatores a se considerar/pode não funcionar

A partir desses resultados, podemos dizer que o processo formativo dos participantes, até então, tem favorecido a reflexão e a aplicação dos conhecimentos teóricos, fatores essenciais para qualquer situação de aprendizagem, principalmente quando nos referimos à alunos de disciplinas como as Práticas de Ensino de Física (CARVALHO, 2001; NARDI & CARVALHO, 2011).

As aulas que se seguiram foram dedicadas às apresentações de experimentos de verificação. Como os participantes já haviam passado por uma situação anterior bem enfática quanto às dificuldades práticas, nessa ocasião eles foram melhor preparados com suas apresentações. Não ocorreram problemas ou falhas nos experimentos – no sentido de “dar errado” – e os mesmos foram melhor incorporados nas aulas fictícias. Todavia, a abordagem de verificação trouxe aos participantes um novo desafio: a elaboração de um roteiro experimental.

Quatro dos cinco participantes presentes nesta aula apresentaram propostas experimentais muito interessantes, porém sem um roteiro estruturado. Somente BRE apresentou um guia experimental. Durante as apresentações, eles sinalizavam comandos como “aí os alunos mediriam aqui (FER)” ou “então eles [os alunos] fariam as medidas e montariam o gráfico (STE)”, porém isso não constava em nenhum tópico de seus planos de aula e tampouco em algum material preparado para os alunos.

Durante a apresentação de MARC, que propôs a montagem de um foguete movido a água para a verificação do movimento oblíquo sem nenhum roteiro ou guia experimental, deu-se início ao seguinte diálogo:

“Gente, mas peraí, não entendi. Como que o aluno vai saber o que fazer? Tipo, que dados ele tem que coletar? (BRE)”

“Ah, ele vai ter que medir o alcance, a altura, tudo que vai ser usado pros cálculos do movimento oblíquo (MARC)”

“Mas não tinha que ter um passo-a-passo mais claro? Porque eu ia lançar o foguete e pronto, ia ser divertido mas, sem eu saber as etapas, não saberia como medir (STE)”

“Não, mas eu ia falar pra eles [os alunos] no começo, né (MARC)”

“Ah, mas numa sala cheia de alunos, ainda mais que você ia levar eles pro pátio e tal, não ia dar certo. Eu acho que sem o roteiro daria ruim (risos) (FER)”

“Na real, quase todo mundo esqueceu do roteiro, né, mas quando o experimento é assim mais elaborado é que a gente percebe como ele faz falta! (JAN)”

“Exatamente, mesmo que ele seja mais livre ou bem estruturado, ele não pode faltar, porque para que os alunos verifiquem uma lei ou teoria, nesses casos que vocês trouxeram aqui, eles precisariam coletar dados. E como saber que dados coletar, em que momento, e de que maneira, se vocês não derem um guia pra eles? (DOC)”

“Realmente, agora que vocês estão falando, ficou muito solto mesmo. Eu pensei mesmo em fazer um roteiro e tal, até lembrei de um dos artigos que a gente leu falando dos graus de abertura e tudo mais, mas na minha cabeça se eu explicasse uma vez pra todo mundo daria certo (MARC)”

“Então, eu também fiquei nessa, achando que o roteiro não seria tão necessário, mas a gente esquece que o experimento só é óbvio na nossa cabeça, os alunos não sabem o passo-a-passo. E se a gente dá uma olhada nas nossas anotações pra falar direitinho o que tem que explicar pra eles fazerem, imagina eles fazendo isso sozinhos, né, que é o objetivo, eles coletarem os dados e conseguirem verificar e tal, mas sem nada pra auxiliar. Falta mesmo (JAN)”

A partir desse trecho, podemos observar que conforme as propostas foram apresentadas, os participantes que estavam no papel de expectadores começaram a notar a ausência do guia experimental. Quando o experimento proposto alcançou um nível mais elaborado, a falta do roteiro foi um fator muito relevante e despertou nos participantes uma reflexão. Entendemos que, assim como na situação anterior, essas reflexões que surgem a partir da prática auxiliam sobremaneira na formação dos participantes, uma vez que eles conseguem trazer

elementos teóricos para subsidiar seus argumentos, como aconteceu na fala de MARC.

Quando comparamos esse resultado com o que havia sido inicialmente estabelecido pelos participantes, novamente temos um contraponto – a nível teórico, eles demonstraram entender a importância do roteiro ou guia para guiar o estudante no processo experimental, porém em termos práticos ele foi deixado em segundo plano. Sistematizamos essa dualidade no quadro abaixo.

Quadro 9: comparação das concepções dos participantes acerca das atividades de verificação

Aspectos teóricos da Verificação	Unidades de sentido	Aspectos práticos da Verificação	Unidades de sentido
É necessário apresentar uma lei ou teria a ser verificada, sobre um conteúdo já estudado. Deve-se pensar nas etapas do experimento e nos instrumentos oferecidos aos estudantes	Verificar uma lei/saber o conteúdo antes/pensar no processo/exige autonomia e orientação	Selecionar a lei ou teoria a se verificar não é o problema, e sim oferecer aos estudantes um guia ou roteiro claro para que consigam realizar a verificação	Esqueceu do roteiro/passo-a-passo mais claro/só é óbvio para o professor/ficou muito solto

Mais uma vez entendemos que esse contraponto se configurou como uma oportunidade para que os participantes compreendam que o conhecimento teórico acerca de um tema não garante, por si só, o sucesso de uma abordagem prática. Esse pressuposto, que é um dos focos de disciplinas do tipo “prática de ensino”, tem sido reforçado a cada encontro dos participantes, e entendemos tal reforço como um elemento positivo no processo formativo desses futuros professores.

A fim de oferecer aos participantes uma experiência com ainda maior potencial para reflexões acerca do tema, nas propostas de experimentos de investigação a dinâmica da aula foi diferente. Ao invés de cada um apresentar a proposta e todos discutirem no papel de docentes, os participantes foram divididos em dois grupos e suas propostas foram efetivamente aplicadas – enquanto um grupo atuava no papel do professor, o outro de fato fazia o experimento como alunos.

Na primeira simulação de aula, os participantes MARI, JAN e STE formaram o grupo dos professores, enquanto BRE, FER e MARC formaram o grupo dos alunos. O experimento de investigação escolhido tinha como objetivo “compreender o fenômeno das fases da Lua e investigar porque não ocorrem eclipses todos os meses”. Os professores levaram os materiais necessários para a realização do experimento e forneceram um roteiro ao grupo de alunos. Durante 50 minutos eles atuaram em seus papéis – os alunos realizando a atividade investigativa e os professores fazendo intervenções e respondendo perguntas.

Na segunda simulação de aula, os grupos inverteram seus papéis. Os professores desta rodada selecionaram um experimento investigativo que tinha como objetivo “compreender a ocorrência das estações do ano”. Tudo ocorreu de maneira semelhante à descrita para a primeira simulação.

Como os grupos utilizaram todo o tempo da aula para realizar as simulações, foi solicitado aos participantes que fizessem suas reflexões por escrito, e individualmente, para posterior entrega. Este foi o material utilizado para análise.

Em relação ao potencial das atividades investigativas, categorizamos as produções dos participantes conforme o quadro a seguir.

Quadro 10: compreensões dos participantes acerca do potencial das atividades investigativas

Categoria	Unidades de sentido	Excertos
As atividades experimentais de investigação têm um potencial pedagógico diferenciado	intuito pedagógico grande/ Atividade pedagógica muito rica/ experiência enriquecedora/ desenvolvimento de habilidades	“[...] pude notar que esse tipo de atividade contribui em muitos aspectos, dentre eles o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e o questionamento (JAN)”
As atividades experimentais de investigação dão ao	Deu autonomia aos alunos/ Permitiu que os alunos fossem protagonistas	“Tivemos que pensar, fazer nossa própria montagem, elaborar nossas próprias estratégias, tivemos muita autonomia (BRE)”

aluno papel de destaque		
--------------------------------	--	--

Observamos que a experiência dos participantes, em ambos os papéis, apenas confirmou o que já havia sido definido nas reflexões teóricas – as atividades investigativas têm um grande potencial pedagógico e seu diferencial está, principalmente, na descentralização do professor e na autonomia discente:

Através do conjunto de propostas de atividades com natureza de investigação percebe-se **que é possível alcançar uma vasta gama de diferentes objetivos educacionais, uma vez que estas atividades apresentam uma maior flexibilidade metodológica** (ARAUJO & ABIB, p. 186, 2003, grifo nosso).

Na essência das atividades experimentais investigativas está sua capacidade de **proporcionar uma maior participação dos alunos em todas as etapas da investigação**, desde a interpretação do problema a uma possível solução para ele (OLIVEIRA, p. 149, 2010, grifo nosso).

Além disso, quando questionados a respeito do planejamento e execução da atividade investigativa, as falas dos participantes se centraram em dois elementos principais. O primeiro diz respeito à sensível mudança no papel do professor:

“O professor atuou bem, fez perguntas boas, que guiaram a atividade, porém em alguns momentos acabou dando as respostas, para que isso não aconteça é necessário ter cuidado, observar e perguntar, porém deixando que os alunos formulem suas respostas e hipóteses (BRE)”.

“Tanto na abordagem que demos para introduzir a aula quanto nas orientações durante a montagem, o grupo teve que se controlar para não dar dicas demais e acabar influenciando no resultado (MARI)”.

“O professor também deve ter um certo jogo de cintura para não se perder e para não dar os resultados de “mão beijada” para os alunos (MARC)”.

“A postura que deve ser adotada pelo professor é o meio termo entre a postura de falar bastante, interagir, como foi feito pelo integrante do nosso grupo na aplicação do nosso experimento, e a postura de deixar os alunos executarem a atividade livremente com pouca interferência. É difícil equilibrar (STE)”.

Embora essa mudança no papel do docente seja algo claramente proposto na literatura, na prática os participantes não acharam tão simples ficar

apenas mediando a investigação e, em alguns momentos, “deram respostas” aos alunos. Todavia, essa reflexão não contradisse suas primeiras impressões, como aconteceu com as abordagens anteriores. De igual maneira, quando focaram no segundo elemento, a dificuldade de implementação da abordagem, os participantes apenas confirmaram suas ideias iniciais:

“Tivemos algumas dificuldades, além da abordagem inicial e o que falar durante a execução, principalmente foi elaborar o roteiro aberto de modo que a atividade tivesse começo, meio e fim. O medo era a investigação ficar aberta demais e os alunos não conseguirem concluir nada no final (MARI)”.

“Pra mim a maior dificuldade da investigação é o trabalho prévio, temos muitas variáveis a se considerar para que o aluno realmente tenha um problema pra investigar e depois oferecer os elementos necessários para que ele consiga chegar a alguma conclusão. Nesse sentido, é uma abordagem mais trabalhosa e mais detalhista, exige mais esforço, mas no final também leva a resultados muito satisfatórios (FER)”.

“Tive dificuldades tanto no momento de elaborar o experimento, quanto na sua execução. Pois, é preciso conhecer bem os alunos e de certa forma nem sempre sabemos como será a reação por parte deles diante um experimento desse tipo, e às vezes algumas modificações são necessárias ao longo do experimento para que o objetivo seja alcançado (JAN)”.

Confirmaram-se suas impressões de que propor um experimento investigativo é uma tarefa mais complexa e que exige maior dedicação do docente, mas que também conduz a resultados positivos.

De modo geral, a experiência dos participantes com a atividade investigativa não conduziu a tantas reflexões na medida em que não ocorreram surpresas no momento da prática. Entretanto, eles se mostraram muito conscientes da maior dedicação que é exigida do professor na utilização dessa abordagem, e também melhor preparados para a realização das atividades – não se repetiram os erros básicos do início como a falta de roteiro, a pouca integração dos objetivos de aula com a atividade e tampouco problemas técnicos com os experimentos. Isso nos indica que, ao longo do processo formativo na disciplina, os participantes estão apreendendo os conhecimentos e demonstrando adquirir maior segurança e domínio na utilização de experimentos.

As últimas aulas de FIS861 foram dedicadas aos seminários, momentos em que os participantes apresentaram um trabalho final para a avaliação da disciplina. Conforme a solicitação de DOC, os seminários não foram gravados. Ao

invés disso, solicitamos aos participantes que elaborassem um documento por escrito relatando sua experiência com a disciplina e respondendo às questões: o que as atividades experimentais representam para você, futuro professor? Em que medida estudá-las e conhecê-las contribuiu para a sua formação e sua prática? A partir de suas produções, analisamos primeiramente suas considerações quanto ao que as atividades experimentais representam para cada um dos participantes, lembrando de estabelecer um contraponto com suas primeiras impressões:

“Conhecer os diferentes modos de abordar essas atividades em sala de aula é muito importante, pois auxilia-nos enquanto professores a desenvolver diferentes estratégias. Muitas vezes, por não termos clareza sobre essas questões acabamos desenvolvendo apenas um tipo de atividade experimental, ou nem as desenvolvendo por falta de conhecê-las. No começo da disciplina eu não tinha ideia de como fazer corretamente um experimento, e quando eu fiz pela primeira vez percebi que precisava mesmo desse conhecimento teórico (BRE, grifo nosso)”.

“O material de leitura recomendado para essa prática de ensino, como algo que influencia na minha formação, trouxe algumas dicas da utilização da experimentação, características que possivelmente levarei em consideração quando desenvolver esse tipo de atividade na educação básica. Sem uma formação, essas atividades possivelmente seriam aplicadas sem um planejamento bem estruturado. Durante as próprias aulas já não foi tarefa fácil aplicar corretamente, seguindo todos os elementos necessários, mas agora tenho segurança quando precisar realizar experimentos como professor numa sala de aula real (MARC, grifo nosso)”.

“Como futuro professor, e com base nas reflexões dos textos estudados, bem como as discussões e atividades feitas durante as aulas, tenho verificado que essa preocupação com a metodologia no uso do laboratório é extremamente válida para aqueles que já atuam no ensino, bem como aqueles que, como eu, pretendem se tornar bons professores e que tenham a formação necessária para desenvolver um trabalho diferenciado e mais produtivo (JAN, grifo nosso)”.

“Minha visão sobre os experimentos mudou bastante, por um lado eu reconheço que subestimei a dificuldade de se fazer uma aula experimental. Quando eu vi que as coisas não eram tão simples e podiam dar errado, entendi a importância do professor ir bem preparado pra uma aula dessas. Por outro lado, também mudei minha ideia de que os experimentos são sempre coisas fechadas pra fazer relatório, pode ser algo interessante pro aluno e que o leve realmente a aprender algum conceito científico (FER, grifo nosso)”.

“Pra mim o mais importante nessa disciplina foi que, antes, eu só via o experimento do ponto de vista do aluno de graduação, algo sem sentido e chato, para produzir relatórios. Agora eu compreendo que ele pode ser algo prazeroso e motivador pro aluno, desde que a gente enquanto

professor saiba preparar bem as atividades e pensar em maneiras do experimento ser algo diferente na aula, algo que ajude os alunos a aprender e que faça sentido pra eles (MARI, grifo nosso)”.

“Inicialmente acreditava que só eram possíveis serem realizados experimentos demonstrativos no contexto da disciplina de Física dentro do Ensino Médio, talvez seja por que só tive uma experiência demonstrativa em todo ensino médio, entretanto pude notar que existem outras formas de abordagem do experimento. [...] Analisando o processo da disciplina vejo que posso fazer diversas abordagens em sala de aula pois, agora, tenho um preparo muito mais completo, pois entendo que existem elementos teóricos por trás que são necessários para que a aula experimental seja bem-sucedida (STE, grifo nosso)”.

Nestes excertos podemos notar que os participantes apontam a importância da disciplina em sua formação profissional, indicando que ela os preparou de modo mais satisfatório para o uso de experimentos em sala de aula. Além disso, quanto à suas impressões acerca do tema, observamos que alguns deles apontam os elementos teóricos como fatores importantes para a realização de experimentos – seja para conferir mais segurança no uso em sala de aula, seja para tornar as aulas mais produtivas. De todo modo, entendemos que a relação dos participantes com a experimentação é agora mais consciente, pois eles se referem a ela com propriedade, afirmando que a usariam de maneira fundamentada e planejada.

Quando comparamos esse resultado com as primeiras relações dos participantes com o tema, fica evidente que o processo formativo pelo qual passaram proporcionou um amadurecimento de ideias e forneceu-lhes um novo ponto de vista acerca da experimentação. Sistematizamos esse contraponto no quadro a seguir.

Quadro 11: relações dos participantes com a experimentação antes e depois da disciplina FIS861

Relação dos participantes com a experimentação antes de FIS861	Unidades de sentido	Relação dos participantes com a experimentação depois de FIS861	Unidades de sentido
A relação era negativa e os participantes não se sentiam preparados para usar experimentos em sala de aula	Odiar/tedioso/sempe iguais/sem sentido/ainda falta algo/não me sinto preparado	Os participantes agora demonstram propriedade para falar da experimentação e relatam sentir-se preparados para utilizá-la	Agora tenho preparo/posso fazer/tenho segurança/prazeroso/motivador/interessante

Entendemos que essa mudança na relação com os experimentos é resultado dos processos de aprendizagem pelos quais os participantes passaram ao longo da disciplina FIS861. Mais uma vez isso nos indica que nossa proposta de ação para suprir lacunas formativas e fornecer subsídios para que os futuros professores possam utilizar a experimentação de forma bem-sucedida retornou resultados satisfatórios.

Ademais, os participantes relataram que a experiência de simular aulas foi um adendo importante em seu processo formativo, uma vez que as demais disciplinas reforçam mais os aspectos teóricos do que práticos:

*“O que mais gostei da disciplina foi o fato de podermos ter essa divisão de duas partes, **ver a parte teórica primeiro e depois partir para a prática.** Nas outras Práticas de Ensino que fiz nós geralmente só ficamos na etapa teórica, é claro que as discussões de texto e reflexões são importantes, mas **quando não partimos pra uma execução do que estamos aprendendo parece que a coisa fica meio idealizada, utópica (MARI, grifo nosso).**”*

*“Essa disciplina me abriu os olhos, **percebi que não adianta ficarmos só estudando os artigos de ensino, porque o ensino é uma coisa prática, o professor precisa fazer pra entender o que ele está errando, o que pode ser melhor, o que é difícil.** Se nós não tivéssemos feito os experimentos de verdade eu sairia das aulas achando que estava muito preparado pra usar experimentação na sala de aula, mas **quando eu pratiquei pela primeira***

vez vi que algumas coisas eu só sabia na teoria, que aplicar não era tão fácil [...] (MARC, grifo nosso)".

*"Minha opinião sobre a disciplina é que todas as Práticas de Ensino deveriam ser assim. **Esse modelo de vermos a teoria junto com a parte de dar as aulas mesmo, de colocar em prática o que estudamos, nos ajuda a ter uma noção muito mais realista do que são as metodologias.** Eu posso achar que sei fazer um experimento de investigação, mas na hora de planejar e aplicar é que eu vou saber se sei mesmo. E foi o que aconteceu nas aulas, **a gente pode dizer que realmente sabe usar os experimentos porque passou por essa fase de testes, de tentativa e erro, que aperfeiçoou o nosso conhecimento** (STE, grifo nosso)".*

*"Depois dessas aulas fez sentido pra mim o que é uma disciplina de Prática de ensino, **o objetivo é praticar ensinar.** Quando a gente fica estudando as teorias e metodologias é muito interessante, a gente aprende muito e ganha uma bagagem teórica muito importante, mas isso não garante que na hora de dar aula vamos conseguir colocar tudo em prática. **Ver que as coisas dependem de uma prática, de uma experiência, foi essencial pra minha formação** (BRE, grifo nosso).*

Frente a esses resultados, fica-nos mais evidente que a disciplina de FIS861 não somente ofereceu aos participantes uma oportunidade de preencher lacunas da sua formação, no que diz respeito à experimentação, como também foi um espaço de reflexão e aperfeiçoamento profissional, visto que eles demonstram agora uma nova compreensão do que representa para o professor utilizar as atividades experimentais de maneira efetiva e segura.

Considerações Finais

A partir de nossa análise, pudemos identificar diversos elementos que nos permitiram delinear como cada participante se identifica com a experimentação. Embora suas vivências anteriores lhes fornecessem opiniões negativas a respeito da experimentação, eles demonstraram entender que, como professores, esse era um tema relevante e com potencial de motivar os alunos, auxiliá-los na compreensão de conceitos e tornar a aprendizagem mais efetiva e dinâmica.

Além disso, suas reflexões ao longo das aulas nos indicaram que houve uma compreensão acerca dos papéis da experimentação no ensino e suas finalidades. Como o objetivo da primeira etapa da disciplina era fornecer-lhes subsídios teóricos a respeito do tema, entendemos que os participantes apreenderam as novas informações e colocaram à prova suas ideias. Em diversos momentos eles puderam reconhecer como o trabalho com atividades experimentais exige planejamento e reflexão por parte do professor, mais do que se podia imaginar.

Esses resultados da primeira fase da disciplina vão ao encontro do que os pesquisadores citados no primeiro capítulo indicaram a respeito da formação inicial: é essencial instrumentalizar os futuros professores a respeito da experimentação e oferecer-lhes subsídios teóricos para que a utilizem com confiança em sala de aula.

Após as vivências com a experimentação, na segunda etapa da disciplina, pudemos observar que os participantes ampliaram suas compreensões acerca do papel dessas atividades em sala de aula, no sentido em que reconheceram a grande importância de se integrar conhecimentos teóricos e práticos e ainda a função essencial dos testes e do planejamento. Além disso,

quando comparamos suas relações com a experimentação durante e após a disciplina com aquilo que havia sido relatado no início da coleta de dados, fica evidente que houve uma mudança, saindo de uma identificação negativa e impessoal para uma conexão positiva, consciente e que parte da experiência.

Esses fatores nos mostraram que, de fato, as disciplinas de Prática de Ensino produzem resultados satisfatórios quando se mantém fiéis ao seu modelo da prática reflexiva, proporcionando aos futuros professores momentos de reflexão teórica, prática, e reflexão sobre a prática. Consideramos que foi essencial o delineamento de FIS861 nos moldes da “racionalidade prática” para que obtivéssemos esses resultados, ainda mais em uma disciplina que se propunha a tratar da experimentação.

Ademais, a partir dos resultados apresentados, entendemos que nossa disciplina de FIS861 pôde contribuir para reduzir as falhas da formação inicial quanto à experimentação e oferecer aos futuros professores ferramentas para que possam, no exercício da docência, trabalhar com atividades experimentais de maneira segura e eficiente, pelo menos no contexto em questão.

As relações estabelecidas pelos licenciandos com a experimentação, ao final da disciplina de FIS861, podem ser sistematizadas como segue:

- O experimento saiu de um status negativo, com papel de atividade maçante e mecânica, para um papel de ferramenta motivadora, instigadora e múltipla, que pode ainda contribuir para a aprendizagem;
- A utilização de experimentos em sala de aula saiu do plano idealizado: os licenciandos perceberam que não é uma tarefa tão simples e corriqueira, exigindo preparo conceitual e planejamento pedagógico;
- Compreendeu-se a importância de um roteiro ou guia para que os objetivos da atividade experimental tenham maior chance de sucesso, visto que inúmeros fatores em sala de aula podem mudar os rumos da atividade;

- Os licenciandos romperam com a ideia de que os experimentos demonstrativos são mais fáceis e simples, compreendendo que cada abordagem tem suas nuances, objetivos e complexidades;
- A questão do erro na atividade experimental ganhou um significado diferenciado, visto que o professor não deve ignorá-lo e tampouco se deixar abalar por ele; ao invés disso, é importante saber trabalhar com os alunos o porquê das falhas e de como elas fazem parte do processo investigativo da ciência;
- Compreendeu-se que, para utilizar atividades experimentais em sala de aula de maneira adequada, é necessário mais do que criar um aparato experimental e encaixá-lo numa aula qualquer. Requer do professor, além de preparo e cuidado pedagógicos, conhecimento sobre cada tipo de abordagem experimental, conhecer as etapas de elaboração de um experimento e, principalmente, ter domínio conceitual daquilo que será explorado através do experimento.

Importante ressaltar ainda que FIS861 faz parte, hoje, da grade curricular do curso de licenciatura em Física da instituição como disciplina obrigatória, da maneira como nós a elaboramos. Isso nos indica que nossa proposta de Prática de Ensino atendeu não somente aos pressupostos teóricos em que nos baseamos, mas também a uma necessidade que esse curso de formação de professores desejava suprir.

Além disso, é importante comentar também que, embora tenhamos atingido nossos objetivos de pesquisa e a disciplina por nós elaborada tenha sido bem-sucedida, enfrentamos obstáculos ao longo do caminho. A proposição de uma disciplina nos moldes da prática reflexiva em meio a uma maioria absoluta de Práticas de Ensino excessivamente teóricas encontrou barreiras em alguns momentos. Por um lado, foi desafiador para o docente designado à FIS861 pensar e avaliar uma gama tão ampla de atividades – produções escritas, apresentações, seminários, aulas simuladas –, quando normalmente só era necessário preocupar-se com discussões de textos e seminários expositivos em disciplinas dessa natureza. Do outro lado, observamos que os próprios alunos sentiam, muitas vezes, que estavam sendo cobrados de muitos “trabalhos práticos”. O

preparo de aulas experimentais com planos de aula, roteiros e os experimentos em si foram em diversas ocasiões mencionados por eles como “coisas demais”, inclusive com comparações a outras Práticas de Ensino em que os mesmos estavam limitados apenas a leituras e produções de texto. Para nós, esses dois apontamentos, embora em algumas ocasiões tivessem representado uma dificuldade a ser driblada, se mostram como sinônimos de uma elaboração e aplicação muito satisfatórias de uma Prática de Ensino. Como já citamos em diversos momentos desse trabalho, partimos do pressuposto que esse tipo de disciplina deve, justamente, desafiar o futuro professor a colocar em prática seus conhecimentos, simular a sala de aula, refletir sobre a sua prática, enfim, buscar reproduzir ao máximo uma vivência real da ação docente – e o que é o trabalho do professor em sala de aula senão um preparo constante de planos de aula, roteiros, elaboração de experimentos, tudo isso com prazos e demandas a serem cumpridos e, ao final de cada ação, uma reflexão de sua própria prática e uma avaliação do trabalho realizado?

Acreditamos que incentivar os alunos a se interessar pela Ciência e fazê-los aprender de modo mais significativo são processos que podem se beneficiar, e muito, das atividades experimentais; porém, sabemos que a essência de tudo isso sempre estará na figura do professor. Como afirma Laburu (2006), “está na pessoa do professor ou professora, mais do que qualquer objeto ou tipo de recurso, o centro maior da motivação dos alunos (p. 401)”.

Referências

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2000.

ANDRÉ, M.; SIMÕES, R. H. S.; CARVALHO, J. M.; BREZINSKI, I. Estado da arte da formação de professores no Brasil. **Educação & Sociedade**, v. 20, n. 68, p. 301-309, 1999.

ANDRÉS Z, M. M; PESA, M. A; MOREIRA, M .A. *El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales*. **Ciência & educação. Bauru. Vol. 12, no. 2 (2006), p. 129-142**, 2006.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. B. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

BALLERINI, J. K. **Características da base de conhecimentos de professores no ensino de biologia celular a partir de um curso de formação continuada**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unesp, Bauru, SP. 2014.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1991.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, 2014.

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, 2014.

BINSFELD, S. C.; AUTH, M. A. **A experimentação no ensino de ciências da educação básica: constatações e desafios**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, p. 1-10, 2011.

BOGDAN, R. BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Ed. 1994.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

BORGES, O. N. et al. **Situações inesperadas no laboratório escolar**. Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, VIII, 2002.

CAMARGO, S.; NARDI, R. Formação de professores de Física: os estágios supervisionados como fonte de pesquisa sobre a prática de ensino. **Revista Brasileira de Pesquisa em educação em Ciências**, v. 3, n. 3, 2003.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **O saber e o saber fazer do professor**. São Paulo: Editora Pioneira, p. 107-124, 2001.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. Cortez editora, 2018.

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**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.

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**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research methods in education**. London: RoutledgeFalmer, 2001.

DA SILVA, T. G. et al. A formação de professoras para o ensino de ciências nas séries iniciais: análise dos efeitos de uma proposta inovadora. **Ciência & Educação (Bauru)**, 2015.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 525-542, 2012.

FREITAS, H. C. L. Formação de professores no Brasil: 10 anos de embate entre projetos de formação. **Educação & Sociedade**, 2002.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. **A natureza pedagógica das atividades experimentais: uma pesquisa no curso de licenciatura em química**. 2004..

GASPAR, A. **Atividades experimentais no Ensino de Física: uma nova visão baseada na Teoria de Vigotski**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2014.

HODSON, D. *Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. **Enseñanza de las Ciencias**, v.12, n. 13, p.299-313, 1994.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: EPU, 1987, 80p.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2006.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 383-405, 2006.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2016.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de

atividades experimentais no Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2016.

LIAKOPOLOS, M. Análise Argumentativa. In: BAUER, M.W.; GASKELL, G. (Org.). **Pesquisa Qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2005. p. 293-318.

LIBÂNEO, J. C.; PIMENTA, S. G. Formação de profissionais da educação: visão crítica e perspectiva de mudança. **Educação & Sociedade**, v. 20, n. 68, p. 239-277, 1999.

LONGHINI, M. D. O conhecimento do conteúdo científico e a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 241-253, 2016.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Em Aberto, v. 6, n. 31, 2017.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n.37, p. 7-32, 1999.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1, p. 139-153, 2012.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v. 9, n. 11, 2010.

PEREIRA, G. R et al. Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 579-605, 2016.

PEREIRA, G. R. et al. Atividades experimentais e o ensino de Física para os anos iniciais do Ensino Fundamental: análise de um programa formativo para professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 579-605, 2016.

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

SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

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

Apêndice A

Questionário Inicial

QUESTIONÁRIO INICIAL
FIS861 – PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA VIII

NOME: _____

IDADE: _____ ANO DE INGRESSO: _____

PERÍODO QUE ESTÁ CURSANDO: _____

- 1) Você já fez algum estudo e/ou disciplina a respeito de atividades experimentais? O que você conhece sobre o tema?
- 2) O que você pensa a respeito do uso de experimentos no ensino da Física? Enquanto professor, você utilizaria em suas aulas? Explique suas razões.
- 3) Em caso positivo na questão anterior, comente como você utilizaria os experimentos. Em que circunstâncias? De que forma? Com que enfoque?
- 4) Enquanto aluno, tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior, como foi o seu contato com atividades experimentais?
- 5) Descreva como foi a sua vivência como aluno durante as ocasiões em que participou de atividades experimentais.
- 6) Você se sente preparado para dar aulas experimentais no Ensino Médio? Como sua formação contribuiu, até o momento, para que você utilize experimentos em suas aulas? Justifique.
- 7) Você está lecionando no momento? Para quais turmas? Há quanto tempo? Como você descreveria as suas aulas?
- 8) Como é o seu processo de planejamento das aulas? Quais recursos didáticos que utiliza? Comente.
- 9) Caso você não esteja lecionando no momento, como pensaria em planejar suas futuras aulas? Comente também sobre quais recursos didáticos você utilizaria, explicando os motivos.
- 10) Como você define os instrumentos de avaliação? Descreva.
- 11) Já utilizou experimentos em suas aulas? Por quê? Aponte os pontos positivos e os negativos envolvidos, descreva-os e comente-os.