



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

HABILIDADES CIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO INICIAL
DE PROFESSOR DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DE
ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

MANAUS - AM
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
NÍVEL MESTRADO

HABILIDADES CIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSOR DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Lucenir da Silva Frazão

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências e Matemática da UFAM como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Marta Silva dos Santos Gusmão

Co-orientador: Prof. Dr. Ettore Paredes Antunes

MANAUS - AM
2020

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

F848h Frazão, Lucenir da Silva
Habilidades científicas na formação inicial de professor de ciências : contribuições de atividades experimentais investigativas / Lucenir da Silva Frazão . 2020
158 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Marta Silva dos Santos Gusmão
Coorientador: Ettore Paredes Antunes
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) -
Universidade Federal do Amazonas.

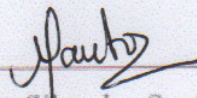
1. Formação de Professores. 2. Atividades Investigativas. 3. Experimentos. 4. Habilidades Científicas. I. Gusmão, Marta Silva dos Santos. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

LUCENIR DA SILVA FRAZÃO

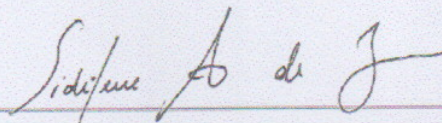
HABILIDADES CIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSOR DE CIÊNCIAS: CONTRIBUIÇÕES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPG-ECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

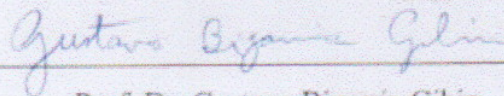
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Marta Silva dos Santos Gusmão
Presidente da Banca



Profa. Dra. Sidilene Aquino de Farias
Membro Interno



Prof. Dr. Gustavo Bizarria Gibin
Membro Externo

Ao meu pai Lucídio Leandro Frazão (in memoriam) e à minha mãe Maria José Frazão.

À minha esposa Jessi Frazão e à minha filha Nicole Sofia.

Aos meus irmãos.

Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora Professora Dra. Marta Gusmão pelo apoio incondicional (de mãe!) durante toda etapa do mestrado;

Ao meu co-orientador Professor Dr. Ettore Antunes por sua imensa cooperação na realização deste trabalho;

Aos Professores Sidilene Farias, Yuri Exposito e Luiz Cerquinho pelas excelentes contribuições no Exame de Qualificação;

Aos Amigos da Turma PPG-ECIM 2018;

Ao Núcleo Amazonense de Educação Química da UFAM pelas contribuições durante este percurso de estudo;

Ao Jean Michel Menezes, ao Jym Morrison pelo excelente apoio dado na realização das oficinas;

Aos licenciandos de Física e Química da UFAM que voluntariamente se dispuseram a colaborar com este trabalho participando da oficina de experimentos investigativos;

À Secretaria de Educação e Desporto do Estado do Amazonas pelo apoio financeiro e a concessão de um ano de Licença para concluir este curso;

A Deus por sua imensa bondade e graça sobre minha vida.

“Os professores tem de tomar consciência de que os alunos avançam quando lhes apresentamos problemas intrigantes e lhes ajudamos a encontrar explicações para eles.” (Juan Delval)

Lista de Figuras

4.1	Etapas da Pesquisa	45
4.2	Laboratório onde ocorreu a oficina	47
4.3	Alguns discentes planejando uma atividade experimental na oficina	48
4.4	Etapas das atividades experimentais	52
4.5	Estrutura da oficina e dinâmica dos encontros	53
4.6	Discentes envolvidos na etapa de planejamento de uma atividade experimental	54
5.1	Participação dos discentes em atividades com abordagem investigativa.	61
5.2	Quantitativo médio de discentes, por atividades investigativas, para as rubricas na habilidade C e suas sub-habilidades.	71
5.3	Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade C (Gráfico 6).	74
5.4	Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade C na oficina.	78
5.5	Procedimento Experimental, com avaliação Precisa Melhorar nas sub-habilidades D2 e D3, do aluno G1F03 na INV7.	82
5.6	Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade D (Gráfico 6).	84

5.7	Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade D nas atividades avaliadas na oficina	87
5.8	Coleta de dados e análise do aluno G3F11 avaliada como “Precisa Melhorar” na atividade 7 (INV7).	88
5.9	Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade G (Gráfico 6).	90
5.10	Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade G nas atividades avaliadas na oficina	93
5.11	Procedimento experimental e descrição do resultado do aluno G1F01 com avaliação “Precisa melhorar” na rubrica F1 e “Adequada” na rubrica F2 para a atividade 4 (INV4).	95
5.12	Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade F (Gráfico 6).	96
5.13	Percentual de discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade F nas atividades avaliadas na oficina.	98

Lista de Tabelas

4.1	Descrição dos temas de cada atividade da oficina, códigos das atividades, nível de investigação e o tempo de execução.	50
4.2	Habilidades e sub-habilidades avaliadas neste estudo	55
4.3	Relação entre os itens das atividades escritas com as sub-habilidades	57
4.4	Exemplo de avaliação individual da habilidade de comunicar ideias científicas (F) para o G5Q17.	58
5.1	Escolha da Licenciatura e percepções sobre a formação inicial	62

Lista de Quadros

2.1	Níveis de abertura em experimentos investigativos propostos por Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015, p.106)	16
2.2	Níveis das rubricas de avaliação, Adaptado de Etkina et al. (2006)	22
2.3	Habilidade de Projetar um experimento para testar uma hipótese (C) e sub-habilidades	24
2.4	Habilidade de Conduzir experimento para testar hipótese (D) e sub-habilidades	24
2.5	Habilidade de Coletar e analisar dados (G) e sub-habilidades	24
2.6	Habilidades de Comunicar ideias científicas (F) e sub-habilidades	25
5.1	Perfil dos participantes da oficina: código identificador, curso de Licenciatura e período semestral, gênero e projeto de docência na IFES, onde RP = Residência Pedagógica e PB = PIBID.	60
5.2	Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese para medir as calorias dos alimentos, item <i>a</i> da INV4.	64
5.3	Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese de proteção de um material metálico contra a corrosão, item <i>a</i> da INV5.	65
5.4	Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese para decidir se um LED é um componente ôhmico ou não, item <i>a</i> da INV6.	67
5.5	Sub-habilidade C2 - Amostragem das descrições de alguns discentes sobre projetar um experimento que testa a hipótese, item <i>b</i> da INV5	68

5.6	Sub-habilidade C4 - Amostragem da descrição da previsão baseada na hipótese de alguns discentes, item <i>c</i> da INV5	69
5.7	Sub-habilidades C5/C6 - Amostragem das descrições dos fatores que podem influenciar no experimento e a maneira como as suposições podem afetar as previsões, item <i>e</i> da INV5	69
5.8	Sub-habilidades C7/C8 - Amostragem dos resultados considerando a previsão, a descrição da análise e retomada da hipótese, item <i>g</i> da INV5	70
5.9	Unidades de Significado representativas das principais dificuldades em elaborar hipótese.	76
5.10	Unidades de Significado representativas sobre os aspectos considerados necessários para elaborar boas hipóteses.	77
5.11	Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental de Calorimetria (INV4).	80
5.12	Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental de Galvanização (INV5).	80
5.13	Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental do comportamento não ôhmico dos LEDs (INV6).	81
A.1	Rubricas C1 - É capaz de descrever uma hipótese testável?	110
A.2	Rubricas C2- É capaz de projetar um experimento que testa a hipótese? . . .	110
A.3	Rubricas C4- É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?	111
A.4	Rubricas C5- É capaz de identificar fatores que podem influenciar no experimento?	111
A.5	Rubricas C6 - É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar as previsões?	111
A.6	Rubricas C7- É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?	112
A.7	Rubricas C8- É capaz de fazer a análise e retomar a hipótese inicial?	112
A.8	Rubricas D2 - É capaz de propor um procedimento experimental que resolve o problema?	113

A.9 Rubricas D3- É capaz de usar equipamento disponível adequado para fazer medições?	113
A.10 Rubricas G4 - É capaz de registrar e representar dados de maneira significativa? 114	
A.11 Rubricas G5- É capaz de analisar dados de forma apropriada?	114
A.12 Rubricas F1- É capaz de comunicar os detalhes de um procedimento experimental de forma clara e completa?	114
A.13 Rubricas F2- É capaz de comunicar os resultados do experimento de forma clara e completa?	115

RESUMO

É indiscutível as contribuições das atividades experimentais realizadas em laboratórios para desenvolver habilidades, aprendizagem de conceitos, compreensão da natureza da Ciência e atitudes nos alunos. No entanto, ainda prevalecem os procedimentos experimentais fechados e descontextualizados nos laboratórios. A presente dissertação tem como objetivo identificar as possibilidades, limites e contribuições das atividades experimentais investigativas no ambiente laboratorial para o desenvolvimento de habilidades científicas, visando a formação inicial do professor de Ciências que atenda as orientações da Base Nacional Comum Curricular. As habilidades científicas nesta pesquisa aludem aos processos e métodos que os cientistas utilizam na construção de conhecimentos e na resolução de problemas abertos. Assim, a proposição de uma situação problema foi fundamental na condução da pesquisa, em diálogo com as ideias de Bachelard de que conhecimento tem sua origem em uma pergunta e que os problemas são favoráveis à formação do espírito científico. Para atingir nosso objetivo foi elaborada e aplicada uma oficina de experimentos, baseados na Metodologia Investigativa, na Universidade Federal do Amazonas, em Manaus, com licenciandos em Física e em Química. Foram analisadas as habilidades científicas de projetar um experimento para testar uma hipótese, de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese, de coletar e analisar dados experimentais e de comunicar ideias. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados um questionário inicial, atividades escritas, analisadas por rubricas já validadas, e entrevistas realizadas após a oficina com os licenciandos participantes. Observou-se que os estudantes de Licenciatura em períodos finais dos seus cursos apresentam muitas dificuldades para elaborar uma hipótese que leve à solução de um problema. No entanto, constatou-se indícios relevantes de que as demais habilidades estudadas podem ser desenvolvidas em laboratório didático e contribuir com melhorias na formação inicial de professores de ciências.

Palavras-chave: formação de professores, atividades investigativas, experimentos, habilidades científicas

ABSTRACT

The contributions of experimental activities performed in the laboratory for the development of abilities, learning concepts, understanding of the nature of science and attitudes in students are undeniable. However, closed and decontextualized experimental procedures in science laboratories still predominate. This dissertation aims to identify the possibilities, limits and contributions of experimental investigative activities in the laboratory environment for the development of scientific abilities, aiming at initial formation of a Science teacher, which fulfils the guidelines of the Common National Curricular Base. The scientific abilities in this research allude to the processes and methods that scientists use to build knowledge and solve open problems. Thus, the proposition of a problem situation was fundamental in conducting the research, in dialogue with Bachelard's ideas that knowledge has its origin in a question and that the problems are favorable to the formation of the scientific spirit. To achieve our goal, an experiment workshop was developed and applied, based on Investigative Methodology, at the Federal University of Amazonas, in Manaus, with undergraduate students in Physics and Chemistry. The scientific abilities of designing an experiment to test a hypothesis, conducting an application experiment to test a hypothesis, collecting and analyzing experimental data, and communicating ideas were analyzed. As data collection instruments, an initial questionnaire, written activities, analyzed by previously validated rubrics, and interviews conducted after the workshop with the participating undergraduate students were used. It was observed that undergraduate students in the final periods of their courses have many difficulties in developing a hypothesis that leads to the solution of a problem. However, it was found relevant evidence that the other abilities studied can be developed in laboratory and contribute to improvements in the initial training of science teachers.

Keywords: teachers formation, investigative activities, experiments, scientific abilities.

Sumário

1	Introdução	1
2	Fundamentação Teórica	9
2.1	Pedagogia Científica de Gaston Bachelard	9
2.2	Metodologia Investigativa no Ensino de Ciências	13
2.3	Habilidades Científicas	17
2.3.1	Habilidades experimentais investigativas	19
2.3.2	Possibilidade de avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas em atividades experimentais	22
3	Habilidades científicas: implicações para a docência	26
3.1	Necessidade do professor de ciências: desenvolvimento de habilidades científicas	26
3.1.1	A formação do professor: aspectos necessários para a prática docente	29
3.1.2	Habilidades investigativas na BNCC e na BNC-Formação	31
3.2	O papel das Atividades Investigativas no desenvolvimento de habilidades . .	33
3.3	A experimentação e as habilidades científicas de investigação experimental .	38
4	Questão de Pesquisa e Percurso Metodológico	42
4.1	Questão de pesquisa	42

4.2	Objetivos	43
4.2.1	Objetivo Geral	43
4.2.2	Objetivos Específicos	43
4.3	Abordagem metodológica	44
4.4	Procedimento Metodológico da Pesquisa	44
4.5	Etapa 01: Planejamento da Oficina	45
4.6	Etapa 02: Realização da Oficina	46
4.6.1	Critérios Éticos da Pesquisa	46
4.6.2	Local da Oficina	47
4.6.3	Participantes da Oficina	47
4.6.4	Instrumentos de Coleta de Dados	48
4.6.5	Descrição dos Encontros	50
4.6.6	Dinâmica dos Encontros da Oficina	51
4.7	Etapa 03: Análise dos Dados	54
4.7.1	Habilidades e sub-habilidades científicas analisadas na oficina	54
4.7.2	Rubricas de Avaliação	55
4.7.3	Análise Textual Discursiva (ATD)	55
4.7.4	Descrição das Análises	56
5	Resultados e Discussão	59
5.1	Perfil dos Participantes	59
5.2	Habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese (C)	63
5.2.1	Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade C	63
5.2.2	Principais dificuldades dos licenciandos em elaborar hipóteses	76

5.2.3	Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade C . . .	78
5.3	Habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese (D)	79
5.3.1	Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade D . . .	79
5.3.2	Planejamento e realização do procedimento experimental	86
5.3.3	Panorama das avaliações conforme as rubricas para a Habilidade D . . .	86
5.4	Habilidade de coletar e analisar dados experimentais (G)	87
5.4.1	Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade G . . .	88
5.4.2	Dinâmica da Coleta de dados e escrita dos resultados do experimento . . .	91
5.4.3	Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade G . . .	92
5.5	Habilidade de comunicar ideias científicas (F)	93
5.5.1	Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade F . . .	94
5.5.2	Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade F . . .	97
5.6	Contribuições das atividades experimentais investigativas na percepção dos licenciandos	98
6	Considerações Finais	101
	APÊNDICES	110
A	Rubricas das Habilidades	110
B	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	116
C	Questionário Inicial	119
D	Roteiro de entrevista	121

E Atividades Investigativas	123
ANEXO	138
A Aprovação do Conselho de Ética em Pesquisa	138

Capítulo 1

Introdução

A atividade docente exige que o professor desenvolva habilidades para ensinar que perpassam o domínio de conhecimentos específicos. Nas Ciências da Natureza, o desafio torna-se maior, pois sempre houve dificuldades em aprender ciências como a Física e a Química pelos alunos da Educação Básica brasileira. Os dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) do ano de 2018, por exemplo mostram que a média em Ciências dos jovens brasileiros foi de 404 (quatrocentos e quatro), enquanto a média dos estudantes dos países da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE) foi de 489 (quatrocentos e oitenta e nove), isto é, 85 (oitenta e cinco) pontos abaixo da média internacional (ÉCONOMIQUES, 2019).

Esse cenário é desafiador para as políticas públicas de educação (que não cabe mencionar) e para professores. Para a docência traz implicações para refletir criticamente sobre a elaboração e implementação de estratégias de ensino que pedagogicamente engajem os estudantes na aprendizagem das ciências. É necessário ensinar de modo que os alunos percebam a importância e o significado dos conhecimentos para a sua vida nos mais diversos contextos.

Nessa perspectiva, muitos sistemas educativos estão organizando seus currículos com base no desenvolvimento de competências pelos discentes. Por exemplo, há um interesse mundial nas chamadas competências do século XXI, dentre elas: a colaboração, a solução de problemas, o pensamento crítico; a criatividade; a investigação e pesquisa; a iniciativa e per-

sistência; a utilização de informação; a comunicação e reflexão (WAGNER, 2010; FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

No Brasil, a recente aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento oficial que norteará os currículos da Educação Básica, orienta que as aprendizagens se desenvolvam por meio de competências e habilidades. Entre as competências descritas neste documento destacam-se aquelas de domínio cognitivo, as quais o estudante deve desenvolver pensamento crítico e criativo para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (com ajuda da tecnologia) com base nos conhecimentos de diferentes áreas (BRASIL, 2018).

As orientações da BNCC sobre a utilização de práticas investigativas no ensino não é uma novidade no cenário educacional brasileiro, pois desde a década de noventa os Parâmetros Curriculares Nacionais já abordavam sobre a utilização de atividades no ensino com base em situações problemas e que engajassem os estudantes na investigação (BRASIL, 1997). No entanto, o ensino das ciências com abordagem investigativa ainda não tem se consolidado na maioria das escolas públicas brasileiras (BORGES, 2002).

Abordar situações problemas no ensino é convergente tanto com os Parâmetros Curriculares Nacionais -PCNs (BRASIL, 1997), quanto com a própria Base Nacional Comum Curricular- BNCC (BRASIL, 2018). É indiscutível que alcançar os objetivos de aprendizagem não depende só do interesse dos estudantes, mas é fundamental que o processo de formação de professores contemple, dentre vários aspectos, aqueles que estejam coerentes com o desenvolvimento de práticas investigativas, assim como das competências e habilidades que o ensino das ciências objetiva desenvolver nos alunos. Nessa conjuntura é imprescindível que os professores desenvolvam em si mesmos as competências e as habilidades e criem estratégias que engajem os estudantes no ensino das ciências e no desenvolvimento de tais competências e habilidades.

Demo (2014), por exemplo, argumenta que investir na formação do professor é um dos aspectos fundamentais para melhorar a educação básica em ciências. O autor salienta que os professores formadores e os que estão em formação devem compreender-se como construtores de conhecimento e não apenas reprodutores e instrutores de conteúdos científicos. Dessa

forma, ele prossegue enfatizando que o professor não se define pela aula, pela instrução, ou ensino, mas pela autoria. Se o quê se objetiva é ter alunos autores, antes de tudo é necessário ter professores autores.

Nesse sentido é importante fazer menção à Resolução CNE/CP N° 2, 20/12/2019 que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica - Base Nacional Comum para a Formação (BRASIL, 2019). No Capítulo II, Art 5º deste documento, por exemplo, são expressos os fundamentos da formação docente:

- I - a sólida formação básica, com conhecimento dos fundamentos científicos e sociais de suas competências de trabalho;
- II - a associação entre as teorias e as práticas pedagógicas; e
- III - o aproveitamento da formação e das experiências anteriores, desenvolvidas em instituições de ensino, em outras atividades docentes ou na área da Educação. (BRASIL, 2019, p.03)

Os fundamentos da formação docente expresso na resolução supracitada são claros quanto ao processo formativo: desenvolver no licenciando conhecimentos científicos, sociais e das competências do trabalho e, também, a associação entre a teoria e a prática. Daí ser importante abordar com os licenciandos atividades que estimulem o desenvolvimento de competências e habilidades e que consolidem o conhecimento por meio do diálogo com situações reais da vida cotidiana e do próprio mundo do trabalho.

Entende-se que o período de formação inicial do professor é um referencial para sua postura na docência, portanto conceber criticamente este processo se faz pertinente, uma vez que as demandas do ofício exigem um profissional preparado para os inúmeros desafios inerentes à atividade docente. O papel das universidades na formação destes profissionais dever ter conexão com as exigências da profissão docente que não é concebida somente no campo teórico (PIMENTA, 2012). Assim, promover ações que dialoguem com uma formação capaz de proporcionar tanto conhecimentos específicos quanto conhecimentos sobre as práticas de construção dos conhecimentos, nas quais professores e alunos são sujeitos epistêmicos se faz necessário (BECKER; MARQUES, 2010). Essas ações não devem atentar somente aos documentos oficiais que regem a Educação, mas também às necessidades do mundo atual que exigem uma postura crítica do papel da educação escolar na formação dos jovens, no

sentido de que tenham habilidades advindas dos conhecimentos das ciências para atuarem como cidadãos conscientes e que saibam resolver problemas fazendo uso destes conhecimentos (YOUNG, 2007; CHASSOT, 2018).

Nas Ciências da Natureza é bastante difundida a ideia de fazer conexão entre a teoria e a prática em relação aos conhecimentos científicos. As atividades práticas, sejam elas em ambiente de laboratório ou em outros espaços são um importante recurso pedagógico, tanto no ensino básico, quanto nos cursos universitários. De modo geral, as atividades experimentais são realizadas no laboratório didático seguindo um protocolo rígido, baseado na execução de técnicas e procedimentos dirigidos por um roteiro experimental que visa a elaboração de um relatório com resultados já estipulados, nos quais, em muitos casos, os estudantes realizam irrefletidamente. Ou seja, experimentos com foco nos resultados e pouca atenção aos processos investigativos que poderiam ser explorados na experimentação (BORGES, 2002; KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Percebe-se a relevância das atividades experimentais para a formação de professores de ciências e diante disso surge uma motivação pessoal para investigar como as atividades experimentais investigativas podem influenciar na formação de professores para desenvolver habilidades que os tornem preparados para a atividade docente. Assim, o problema deste estudo provém do contexto das atividades experimentais e o papel das situações problemas quanto à possibilidade de desenvolver habilidades científicas por meio de experimentos investigativos em um laboratório. A temática é interessante para a literatura, pois explora uma lacuna que existe sobre a relação entre as habilidades científicas e a abordagem investigativa.

As habilidades científicas (ETKINA et al., 2006) são entendidas como procedimentos ou processos que os cientistas usam para construir conhecimento e resolver problemas abertos, como a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese, habilidade de conduzir um experimento, habilidade de coletar e analisar dados experimentais, habilidade de comunicar ideias científicas, entre muitas outras. Segundo os autores, o termo habilidades científicas está associado ao fato que as habilidades do processo científico não se concebem de modo automático, mas são processos que os alunos precisam usar de maneira reflexiva e crítica, mediante situações que favoreçam o seu desenvolvimento.

Para Carvalho (2007), ensinar ciências é colocar os alunos diante de uma cultura que tem suas regras, valores e linguagem própria, portanto o ensino e a aprendizagem das ciências devem ser planejados com o objetivo de introduzir os estudantes neste universo cultural. Assim, eles têm possibilidades de desenvolverem habilidades próprias do processo da ciência que são necessárias para construir raciocínios e modelos explicativos a partir das teorias, observações e dados para projetar experimentos que testam hipóteses, para resolução de problemas. Os estudos de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008) concordam com a ideias de Carvalho (2007) e ainda enfatizam que o laboratório didático constitui-se em um ambiente propício para desenvolver habilidades científicas nos estudantes, assim como o trabalho em equipe. Desenvolver habilidades científicas requer abordagens de ensino que estejam alinhadas à situações problemas e o envolvimento dos estudantes no processo de investigação.

A implementação de atividades investigativas (sejam elas, práticas ou teóricas) está sustentada nos pressupostos teóricos que a partir de situações problemas os estudantes tem grandes chances de desenvolver habilidades cognitivas, procedimentais, atitudinais (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015) e também sobre as práticas de construção de conhecimentos científicos (BASTOS, 2017).

É indiscutível as contribuições das atividades experimentais realizadas no laboratório para desenvolver habilidades cognitivas e de manipulação, aprendizagem de conceitos, compreensão da natureza da ciência e atitudes nos alunos (CARMO; CARVALHO, 2006; SUART; MARCONDES, 2008; SUART; MARCONDES, 2009). Entretanto, a utilização de atividades experimentais realizadas nos laboratórios, seja na Educação Básica ou na Superior ainda está muito relacionada a uma visão empirista e descontextualizada (PÉREZ et al., 2001; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). Portanto, uma abordagem experimental que tem sido defendida por muitos pesquisadores do Ensino de Ciências são aquelas baseadas nos pressupostos da Metodologia Investigativa (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010; KASSEBOEHMER, 2011; CARVALHO, 2013; KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Em relação às atividades experimentais investigativas, geralmente são omitidos os tradicionais roteiros e os próprios estudantes tem liberdade para planejar e realizar os ex-

perimentos (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010). Assim, eles podem propor desde o problema da investigação experimental, os materiais, os procedimentos experimentais, a coleta e análise dos dados, além da comunicação oral e escrita dos resultados. Entretanto, raramente eles partem de um grau de abertura tão amplo como criar um problema. Em todo o processo da atividade experimental eles devem ser orientados pelo professor. Desse modo, os aspectos envolvidos na realização de atividades experimentais investigativas aludem a uma proposta pedagógica na qual os estudantes se configuram como agentes ativos no processo de investigação (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015). A realização de atividades experimentais com base em situações problemas propiciam a investigação e contribuem para o desenvolvimento de várias habilidades, como por exemplo, a elaboração de hipótese, a coleta e análise de dados experimentais, a comunicação oral e escrita dos resultados do experimento, entre outras (SUART; MARCONDES, 2008; SUART; MARCONDES, 2009; ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Em termos da formação de professores, parece indispensável abordar os aspectos da experimentação que dialoguem com as práticas de investigação, uma vez que estas estão em estreita relação com as orientações da BNCC e da Base Nacional Comum para a formação de professor (BRASIL, 2018; BRASIL, 2019). As práticas investigativas podem trazer uma abordagem pedagógica da experimentação mais coerente com os objetivos de tornar o aluno como um sujeito ativo, que não apenas reproduz conhecimentos, mas que pode construir e criar (BECKER; MARQUES, 2010; FREIRE, 2011). Nessa perspectiva, o aprender/ensinar ciências não consiste de meras repetições, ou transmissão de conhecimentos já acumulados pela comunidade científica, de modo acrítico, como se fossem absolutos e inquestionáveis. Estas argumentações são convergentes com Bachelard (1996) sobre as ideias de que a gênese do conhecimento científico é uma pergunta e que os problemas são favoráveis ao desenvolvimento do espírito científico.

Dessa forma, o presente estudo traz contribuições para a formação inicial de professores de ciências que estão relacionadas a utilização das atividades experimentais investigativas no laboratório. Porém, apresenta características próprias que trazem contribuições teóricas e práticas que evidenciam a latente importância do tema “habilidades” para o processo de

ensino e aprendizagem, o qual ganha maior destaque com o novo contexto da BNCC. As atividades experimentais investigativas tem sido bastante exploradas em pesquisas associadas ao potencial que estas atividades podem favorecer em relação à cognição, habilidades procedimentais e atitudinais em alunos. Em contrapartida, pouco tem sido explorados os aspectos práticos referentes a metodologia investigativa na formação inicial em que os licenciandos sejam sujeitos de tarefas de investigação experimental em um laboratório didático ou em outros espaços. Além dessas contribuições, também destaca-se a utilização das rubricas avaliativas adaptadas das pesquisas de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008). As rubricas descrevem os critérios que permitem como avaliar o desenvolvimento das habilidades científicas no laboratório em atividades experimentais. Os professores podem utilizar as rubricas para fins de avaliação, assim como os estudantes para autoavaliarem-se e entenderem o que é exigido deles nas tarefas, de modo que o foco não seja somente o produto da aprendizagem, mas os processos envolvidos.

Assim, a questão que moveu este estudo qualitativo foi **“como as atividades experimentais investigativas favorecem o desenvolvimento de habilidades científicas na formação inicial de professores de Física e Química?”** O objetivo geral é identificar as possibilidades, limites e as contribuições das atividades experimentais investigativas no ambiente laboratorial para o desenvolvimento de habilidades científicas, visando a formação de professor de ciências que atenda às orientações da BNCC. Nessa perspectiva, o estudo foi conduzido por meio de uma oficina de experimentos investigativos realizados em um laboratório didático da Universidade Federal do Amazonas em Manaus, cujos participantes foram estudantes de cursos de Licenciatura em Física e Química da referida Universidade. A coleta de dados ocorreu por meio de um questionário inicial, atividades escritas a partir situações problemas propostas e entrevistas semiestruturadas realizadas após a realização da oficina.

Esta dissertação está assim estruturada: O Capítulo 2 aborda os aspectos teóricos que sustentam esta pesquisa baseada na ideias de Bachelard (1996) que relaciona a gênese do conhecimento científico à existência de um problema. No Capítulo 3 se faz uma abordagem teórica, visando evidenciar a importância do professor em formação inicial desenvolver habilidades científicas para ensinar ciências. Também é apresentada uma breve revisão da

literatura que objetiva fazer a relação entre o desenvolvimento de habilidades e atividades investigativas. No Capítulo 4 é apresentada a Metodologia da Pesquisa, com as etapas em que se desenvolveu este estudo, descrevendo a elaboração e realização de uma oficina de experimentos investigativos no laboratório didático, bem como os instrumentos de coleta de dados. No Capítulo 5 são apresentados os resultados e discussão realizados a partir dos instrumentos de coleta de dados utilizados na oficina, o questionário inicial, as atividades escritas e as entrevistas, realizadas após a oficina. Finalizamos este trabalho apresentando nossas considerações finais.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica

Neste capítulo inicialmente é apresentada a Pedagogia Científica de Gaston Bachelard e em seguida são apresentados aportes teóricos para a Metodologia Investigativa no Ensino de Ciências e Habilidades Científicas.

2.1 Pedagogia Científica de Gaston Bachelard

Gaston Bachelard (1884-1962) foi epistemólogo, filósofo e crítico, cientista e poeta. Suas obras geralmente são divididas em: diurna, na qual Bachelard discorre sobre o saber científico, a epistemologia científica e a filosofia da ciência; noturna, obras relacionadas à poesia, arte, à crítica literária e à análise do imaginário poético.

Bachelard destaca-se também pela sua trajetória como professor. Sua passagem pela escola secundária fez dele um cientista preocupado com o ensino, embora não tenha obras exclusivamente voltados para o ensino ou de cunho educacional, mas frequentemente ele discorre a respeito do conhecimento científico na escola, como tratado na sua obra “A formação do espírito científico” (BACHELARD, 1996).

Na concepção de Bachelard pensar cientificamente é colocar-se no campo epistemológico intermediário entre teoria e prática, entre matemática e experiência. Conhecer cientificamente é conhecer simultaneamente como fenômeno e como número (BACHELARD,

1985). O conhecimento científico sob a ótica deste cientista perpassa a concepção de teorias já validadas pela comunidade científica e abrange igualmente compreender os meandros de sua construção, da sua linguagem em suas múltiplas representações (oral, escrita, simbólica, matemática, entre outros) que são necessárias para abstraí-las e expressá-las.

Um dos pilares da filosofia de Bachelard é o Racionalismo Aplicado que realiza o movimento dialético entre a razão e a experiência na busca pelo conhecimento científico. Dessa forma, do ponto de vista epistemológico, verifica-se que o conhecimento parte do que é racional para o real e não do dado empírico supostamente puro para a criação das teorias. Tal concepção epistemológica foi um marco em relação às ciências anteriores ao século XX, abrindo margem à superação dos empirismo e racionalismo ingênuos (LIMA; MARINELLI, 2011).

Dentre as muitas contribuições de Gaston Bachelard para a Ciência estão as ideias alinhadas à gênese do conhecimento científico, as quais dialogam com as questões de cunho pedagógico no Ensino de Ciências, quando este propõe que todo conhecimento é gerado a partir de um problema:

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas e, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (BACHELARD, 1996, p. 18)

Assim, os problemas fomentam o espírito científico pois condicionam a existência de soluções e/ou respostas, em outras palavras, eles são os geradores de conhecimento. Ao fazer relação destes argumentos com a pedagogia científica de Bachelard entende-se que seja fulcral para os professores de ciências estimularem nos alunos a capacidade de inquietar-se, colocando-os diante de situações que sejam fonte de busca para conhecer mais e não se limitando apenas em obter ou reproduzir o conhecimento já estabelecido, mas entender como são construídos.

Bachelard traz para a Ciência o conceito de espírito científico, o qual subentende-se que se refira a um estado mental em que o sujeito é capaz de engajar-se na construção do saber atendendo às exigências próprias do fazer científico. Na sua obra “A formação do espírito científico” (BACHELARD, 1996), é possível encontrar:

O espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga o seu passado condenando-o. A sua estrutura é a consciência dos seus erros históricos. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica de um longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira. (BACHELARD, 1996, p. 120)

Bachelard critica o conhecimento científico concebido como isento de erros e inquestionável e sua discussão leva a entender que o conhecimento ocorre na dinâmica dos erros e suas retificações. As experiências em si são importantes para se chegar ao conhecimento, mas que este deve ser concebido de maneira crítica, pois as impressões são enganosas, desse modo o conhecimento é uma contínua retificação dos erros, é uma construção dialética entre o empirismo e o racionalismo, ou seja, envolve a dimensão indissociável entre o pensar e fazer em constante movimento.

Kasseboehmer (2011) sugere que a formação do espírito científico está associada ao conhecimento da Natureza da Ciência, ao domínio dos conceitos científicos; a vontade para se engajar em questões complexas e discussão de problemas científicos.

Do ponto de vista pedagógico, situações de ensino que promovam a formação do espírito científico podem cooperar para o desenvolvimento do raciocínio científico e à postura crítica da realidade nos alunos. Assim, colocar os estudantes diante de situações nas quais eles têm a oportunidade de resolver problemas pode ser significativo para o engajamento na formulação de quadros explicativos de fenômenos naturais, sociais ou humanos na complexidade própria de cada contexto (KUIAVA; RÉGNIER, 2012).

Entende-se que chegar ao patamar de compreensão dos meandros que envolvem o fazer científico e atingir maturidade para discutir e usar os conhecimentos nos desafios da vida acadêmica e em outros contextos, o ensino das ciências deve se contrapor ao paradigma

tradicional, cujo modelo pedagógico se embasa na transmissão e memorização de fórmulas e conteúdos científicos, que no geral não tem contribuído para uma educação científica crítica e eficaz.

A epistemologia de Bachelard dialoga com o modo de produzir ciência e com a construção epistemológica voltada para a ideia do conhecimento construído historicamente e reconstruído a partir de retificações contínuas. Todas essas questões constituem um suporte para as discussões metodológicas e para uma prática científica aberta, crítica e reflexiva no campo do Ensino de Ciências, formação docente e outras (FONSECA, 2008).

Desta forma, a pedagogia científica é antes de tudo uma pedagogia do pensamento e, assim, estará inserida em uma dupla perspectiva – a educação, entendida como uma prática filosófica, histórica e social, e uma perspectiva crítica (FONSECA, 2008). Este entendimento implica que a formação do professor vá na direção de que ele também precisa ser auxiliado a tomar consciência dos pressupostos epistemológicos que fundamentam a sua ação (KUIAVA; RÉGNIER, 2012).

A ideia de que o conhecimento tem origem em uma pergunta (BACHELARD, 1996) vai ao encontro das necessidades e interesses de engajar-se em busca de possíveis respostas para algo que seja significativo. Compreender os processos que envolve a construção de conhecimentos não é algo simples. Exige disposição, engajamento, curiosidade e aquilo que o próprio autor menciona como espírito científico.

No ensino das ciências a proposição de uma pergunta ou situação problema interessante pode configurar-se como um fator relevante para a tomada de decisão do estudante e o engajamento na busca pelo conhecimento. Nessa perspectiva, a investigação sobre a questão levantada por meio de um problema desencadeia a manifestação de raciocínios e ações que se percebem por meio de estratégias, elaboração de hipóteses, procedimentos e atitudes, em que o importante não é somente o produto da aprendizagem, mas de igual modo os processos de construção. Esta percepção é epistemologicamente coerente com Ciência como construção humana sustentadas em teorias e modelos provisórios (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

As situações problemas e/ou os problemas geram conhecimento e são propícios ao

desenvolvimento do espírito científico (BACHELARD, 1996). É pertinente refletir sobre tais ideias de Bachelard trazendo elementos que estejam relacionados à experimentação. No Ensino Básico e no Superior ainda predomina a ideia de um único método científico rigoroso e infalível que é fundamental para fazer ciência, sendo um guia para atividades experimentais (PÉREZ et al., 2001). Assim, considerando o conhecimento como uma construção humana baseada em conhecimentos já consolidados e validados pela comunidade científica (ainda que provisórios), a teoria de Bachelard quanto à origem do conhecimento e o desenvolvimento do espírito científico são coerentes com uma proposta pedagógica que seja baseada em situações problemas nas quais os sujeitos aprendem, constroem conhecimentos, investigam e desenvolvem o espírito científico.

2.2 Metodologia Investigativa no Ensino de Ciências

Engajar-se na resolução de um problema está associado ao raciocínio e tomadas de decisões e faz conexão com o protagonismo do aluno nas diversas atividades pedagógicas que podem ser exploradas no ensino. Dessa forma, a implementação de Metodologias Ativas pode contribuir para que os alunos se envolvam em tarefas nas quais eles tenham possibilidade de fazer a articulação interdisciplinar entre teoria e prática, trabalhar em equipe, construindo conhecimentos de forma colaborativa com enfoque tanto no processo, quanto no produto da aprendizagem (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; FILATRO; CAVALCANTI, 2018).

Dentre as Metodologias Ativas no Ensino de Ciências, as atividades fundamentadas na Metodologia Investigativa tem sido substrato para diversos trabalhos, os quais apresentam como principal característica desencadear uma atividade pedagógica de investigação por meio de um problema (GIBIN, 2013; CARVALHO, 2013; KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015; BASTOS, 2017).

O uso da Metodologia Investigativa no ensino de ciências não pode ser concebido como se compreendesse apenas natureza prática ou experimental (neste caso de laboratório), haja vista que há atividades práticas que não apresentam caráter investigativo, e inclusive esta metodologia pode ser empregada em atividades teóricas (KASSEBOEHMER, 2011).

Para Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015), a Metodologia Investigativa numa visão geral está relacionada à participação do aluno como agente ativo da construção do conhecimento, em concordância com as teorias construtivistas para o ensino, e se configura como uma abordagem pedagógica que pode ser implementada tanto em atividades teóricas ou práticas, cujo objetivo é colocar os alunos diante de situações em que possam aplicar os conceitos científicos aprendidos anteriormente à resolução de um problema. Essas atividades potencializam a elaboração de hipóteses, o desenvolvimento do raciocínio lógico, o aprender a pensar e o desenvolvimento do espírito científico.

Zômpero e Laburú (2011) apresentam um estudo minucioso sobre as atividades investigativas no Ensino de Ciências e procuram encontrar pontos convergentes quanto às características que uma atividade de ensino deve apresentar para ser considerada investigativa, haja vista a literatura apresentar várias abordagens derivadas da aprendizagem baseada em problemas. Os autores consideram que uma proposta investigativa deve apresentar: um problema para ser analisado (o qual propicia a emissão de hipóteses), um planejamento para a realização do processo investigativo (visando a obtenção de novas informações), a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas. As contribuições destas atividades possibilitam a cooperação, o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico.

Silva, Machado e Tunes (2010, p. 251–252) caracterizam as atividades experimentais investigativas como aquelas que de um modo geral buscam a solução de uma questão que não está respondida pela realização de uma ou mais experiências, envolvendo as seguintes etapas: proposição de um problema; identificação e exploração das ideias dos estudantes; elaboração de possíveis planos de ação; experimentando o que foi planejado; análise de dados que foram anotados e respondendo à pergunta inicial.

Os pesquisadores Borges (2002), Azevedo et al. (2004), Carvalho (2013) argumentam que uma atividade experimental investigativa não se configura apenas como um trabalho de manipulação, observação, resolução de um problema experimental, mas deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações características de uma in-

investigação científica. Este processo que envolve o fazer e o pensar apresenta algumas etapas, como: a proposta do trabalho, levantamento de hipóteses, elaboração do plano de trabalho, montagem dos arranjos experimentais e coleta de dados, análise dos dados e conclusão. Todos esses momentos são permeados de uma atividade que se aproxima de uma investigação científica. Desse modo, os alunos podem se envolver na resolução de um problema, trocar ideias com os pares, discutir e testar suas hipóteses – promovendo seu desenvolvimento conceitual, atitudinal e cognitivo.

Para Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), as atividades experimentais investigativas consistem na apresentação de um problema aos estudantes, sem fornecer-lhes os roteiros experimentais, de modo que na dinâmica da atividade os mesmos se engajem no planejamento do experimento, elaboração e teste de hipóteses, argumentação a partir de evidências, controle de variáveis, redação de relatório, entre outros.

Kasseboehmer (2011) e Gibin (2013) argumentam que a atividade experimental investigativa com foco no ensino tem características muito próximas de uma pesquisa e dialoga com a natureza do trabalho científico. Porém, é pertinente deixar claro que o termo metodologia não remete à concepção que há uma aplicação rigorosa de um método fechado, mas sim coerente com a concepção de que a ciência é orientada por teorias, modelos criados por pessoas com objetivos explicativos, previsíveis e provisórios.

Um aspecto importante a considerar é referente ao nível de abertura em atividades envolvendo a Metodologia Investigativa, isto é, a atividade para ser investigativa não precisa necessariamente ter um elevado nível de abertura, mas deve ser definida de acordo com a familiaridade dos estudantes envolvidos com o método e principalmente com os objetivos do professor. Desse modo, a atividade não pode se configurar como aberta a ponto de os alunos não terem subsídios para desenvolvê-la. E por fim é importante sublinhar que esta metodologia não é a “solução” para ensinar todos os conteúdos científicos, mas sim uma proposta, uma possibilidade de o professor diversificar suas abordagens didáticas, considerando os conteúdos que podem ser mais convenientes de serem trabalhados por meio desta abordagem, seja ela de cunho teórico ou experimental (MUNFORD; LIMA, 2007).

Algumas possibilidades para desenvolver as atividades experimentais com roteiro

aberto é estabelecer critérios para a abertura da atividade, uma vez que, dificilmente o aluno do Ensino Básico terá como conduzir sozinho uma atividade experimental totalmente aberta. Assim, alguns autores (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015) descrevem os níveis de abertura em uma atividade experimental, considerando os problemas, os materiais, os procedimentos experimentais, a coleta e análise de dados e as conclusões (Quadro 2.1). Esses níveis vão gradativamente aumentado, ao começar pelo nível 0, onde não ocorre nenhum tipo de investigação. A medida que o problema, materiais, procedimentos experimentais, coleta e análise de dados e conclusões são deixados em aberto na atividade experimental, esses níveis aumentam, chegando até o nível 5, onde todos esses passos são deixados em aberto.

Nível	Problema	Material	Procedimento Experimental	Coleta e análise de dados	Conclusões
0	Dado	Dado	Dado	Dado	Dado
1	Dado	Dado	Dado	Dado	Em aberto
2	Dado	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto
3	Dado	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto
4	Dado	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto
5	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Quadro 2.1: Níveis de abertura em experimentos investigativos propostos por Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015, p.106)

A realização de atividades experimentais investigativas configura-se como uma proposta pedagógica que coloca os estudantes diante de situações que são muito próximas das práticas científicas que ocorrem em espaços de produção de conhecimento científico. Elas podem ser um recurso pedagógico relevante para entender a natureza da Ciência, desenvolver habilidades de investigação, argumentação, trabalho em equipe, avaliação crítica dos fatos e entender como se constrói e valida o conhecimento científico. Desse modo, o enredo que envolve uma atividade investigativa no ensino de Ciências abarca os meios de produção, comunicação, avaliação, legitimação de conhecimentos - contemplando não somente os produtos da Ciência, mas seus meios de produção, sendo portanto, uma atividade que envolve tanto os aspectos epistêmicos quanto os científicos (BASTOS, 2017).

2.3 Habilidades Científicas

As habilidades científicas¹ descrevem processos e métodos que os cientistas usam na construção de conhecimentos científicos e na resolução de problemas experimentais (ETKINA et al., 2006). Estas habilidades estão relacionadas à processos que exigem raciocínios e ações, já que a atividade científica é uma constante relação entre o pensar e o fazer.

No ensino, as habilidades científicas podem ser desenvolvidas em estudantes desde o ensino básico até em cursos universitários. Porém, desenvolver habilidades científicas tem estreita relação com atividades as quais os estudantes estejam sujeitos às situações reais ou simuladas que exijam raciocínio, ação reflexiva e crítica, tomada de decisão, construção de explicações e uso de conhecimentos científicos. Desse modo, situações problemas estimulam o desenvolvimento de habilidades científicas, o que nem sempre é um processo fácil, pois essas atividades raramente são abordadas no ensino. Normalmente os cursos de ciências exatas dão ênfase ao conhecimento e exercícios teóricos que exploram cálculos matemáticos e a realização de atividades práticas que seguem um roteiro visando o resultado correto. No entanto, ao possibilitar que os estudantes sejam sujeitos ativos para resolver problemas configura-se como algo benéfico, pois na vida real eles terão que tomar decisões e vivenciar situações complexas que exigem uma postura coerente para enfrentá-los e resolvê-los.

Assim, as habilidades não são aprendidas de modo passivo ou receptivo, seja por meio da observação ou apenas conhecimento teorizado, mas é necessário vivenciar situações que despertem e favoreçam o seu desenvolvimento (ETKINA et al., 2006).

Etkina et al. (2006) descrevem várias habilidades científicas que podem ser desenvolvidas em cursos introdutórios de Física, a partir de atividades teóricas ou práticas, incluindo as práticas que são realizadas no ambiente laboratorial, dentre elas:

I- Habilidade de representar informações de várias maneiras - a qual está relacionada à capacidade do cientista construir, usar o conhecimento e representá-lo de diferentes maneiras. Estas representações são qualitativas ou quantitativas e incluem desenhos, esboços para representar processos como por exemplo, diagramas de corpo livre, gráficos de

¹Na página virtual de domínio público: <https://sites.google.com/site/scientificabilities/> podem ser consultados os estudos dos pesquisadores sobre as habilidades científicas.

barras de energia de trabalho e momento de impulso, representações matemáticas, e assim por diante.

II- Habilidade de conduzir investigações experimentais e coletar dados pertinentes para investigar fenômenos, para testar hipóteses, ou para resolver problemas práticos - que está relacionada à capacidade de conduzir investigações que expliquem fenômenos observados, elaborando e testando hipóteses, fazendo previsões dos resultados de novos experimentos. Esta habilidade pode ser desenvolvida no laboratório abordando três categorias de experimentos: de observação, de teste e de aplicação.

III- Habilidade de coletar e analisar dados - refere-se à capacidade do cientista em coletar e registrar dados experimentais de forma significativa, seja identificando fontes de incerteza experimental, avaliando como as incertezas experimentais podem afetar dados, minimizando a incerteza experimental e analisando os dados de forma apropriada.

IV- Habilidade de comunicar ideias científicas - está relacionada à capacidade de comunicar com clareza os detalhes de um trabalho científico tanto por meio da escrita, quanto pela oralidade. Essa habilidade pode ser desenvolvida nos estudantes em atividades teóricas ou experimentais, por exemplo em atividades de laboratório, onde a elaboração de um relatório propicia escrita de dados e resultados que podem ser julgados por sua integridade e clareza, deste modo este critério se configura como importante para avaliar a capacidade de comunicação, além de permitir que os alunos conheçam o que é esperado deles em relação às comunicações no mundo científico (ETKINA et al., 2006).

Uma das possibilidades dos estudantes aprenderem/desenvolverem habilidades de elaborar e testar hipóteses é o laboratório, por meio de atividades práticas experimentais nas quais eles tenham liberdade para realizá-las e que envolvam problemas reais. Neste contexto entende-se que as atividades experimentais investigativas são situações que potencializam o desenvolvimento de habilidades científicas, já que a própria dinâmica exige a disposição e o empenho - cognitivo, procedimental, atitudinal (POZO; CRESPO, 2009) - do estudante durante o processo de investigação de uma situação problema com abordagem científica.

Os pesquisadores Etkina et al. (2006) realizaram estudos, com alunos universitários de cursos introdutórios de Física, os quais foram submetidos à atividades experimentais em

laboratório aberto perceberam que elas são propícias ao desenvolvimento de várias habilidades científicas, dentre elas: habilidade de projetar e conduzir um experimento observacional, habilidade de projetar e conduzir um experimento de teste, habilidade de projetar e conduzir um experimento de aplicação, entre outras.

Outros estudos (SUART; MARCONDES, 2008; SUART; MARCONDES, 2009) tratam sobre a realização de atividades experimentais investigativas com alunos de Ensino Médio, cujos resultados mostram que elas podem desenvolver habilidades cognitivas para a construção de conhecimento químico e são favoráveis para desenvolver coleta de dados, análise, discussão, formulação de hipóteses, desenvolver raciocínio lógico. Desse modo, percebe-se que as situações problemas em atividades de ensino podem promover nos estudantes várias habilidades que perpassam as cognitivas e procedimentais, mas exploram também questões que fazem referência ao modo como o conhecimento é construído e validado.

2.3.1 Habilidades experimentais investigativas

Os pesquisadores (ETKINA et al., 2002) propõem que na história da Física (p.351-352) a maioria dos experimentos clássicos se enquadram em três grupos: experimentos observacionais, experimentos de teste e experimentos de aplicação. Na implementação de atividades experimentais no laboratório estes experimentos podem ser explorados para desenvolver nos estudantes as habilidades experimentais investigativas.

Os experimentos observacionais iniciais ocorrem quando os cientistas estudam um fenômeno desconhecido, e conduzem esse experimento sem que eles possam fazer previsões teóricas do que pode acontecer e ajudam a desenvolver um novo modelo. No ensino de ciências como a Física ou Química estes experimentos podem ser explorados com os alunos para investigar um novo fenômeno, de modo que eles não tenham como fazer previsões ou criar expectativas sobre o resultado. Os alunos precisam coletar dados, analisá-los e encontrar um padrão nos dados, encontrar razões para explicar o padrão (se possível) e/ou construir relações qualitativa ou quantitativa. Este tipo de experimento pode ser abordado na introdução de um novo tópico em sala de aula ou no laboratório didático para desenvolver ideias sobre o conteúdo novo que está sendo iniciado (ETKINA et al., 2002).

Nos experimentos de teste geralmente os cientistas objetivam testar ou refutar uma hipótese ou certa ideia, a partir de um modelo teórico que lhe dá suporte para fazer previsão sobre o que eles esperam observar, considerando que o modelo esteja correto. No ensino de ciências, os experimentos de teste podem ser abordados com o objetivo de testar se a explicação criada para alguns fenômenos observados funciona. Desse modo, os alunos usam explicações baseadas em conhecimentos já estabelecidos pela comunidade científica (modelos, leis, teorias) para fazer previsão sobre o resultado de um novo experimento. Na realização do experimento de teste, os alunos aprendem que quando a sua previsão concorda com o resultado experimental, apenas significa que a explicação/relação não pode ser rejeitada. Por outro lado, se a sua previsão não concorda com o resultado experimental, eles têm que rejeitar a explicação/relação que testaram ou reconsiderar as suposições adicionais que eles fizeram. Assim, a ênfase está em tentar refutar uma ideia. Os experimentos de teste podem ser realizados em sala de aula ou no laboratório. Em sala de aula o professor propõe que os alunos façam suas previsões, após isto, o professor realiza o experimento e os alunos avaliam se suas ideias são suportadas ou devem ser ajustadas. No laboratório, os próprios alunos com auxílio do professor podem desenvolver o experimento fazendo a previsão, executando o experimento e analisando se sua previsão concorda ou discorda do resultado obtido (ETKINA et al., 2002).

Os experimentos de aplicação utilizam e sintetizam conceitos de física (pode ser aplicado às outras ciências) desenvolvidos e testados anteriormente. No ensino de ciências os experimentos de aplicação tem o objetivo de aplicar a explicação de modelo teórico para explicar novos fenômenos. Os estudantes podem discutir possíveis métodos de solução do problema e decidir quais métodos são mais adequados e, em seguida, comparam o resultados. Estes tipos de experimentos podem ser utilizados também no laboratório (ETKINA et al., 2002).

As possibilidades de realizar os experimentos de observação, de teste e de aplicação evidenciam à uma abordagem pedagógica de ensinar ciências que se contrapõe à maneira como tem sido tratado o uso das práticas experimentais, nas quais predomina o caráter “ilustrativo” e “verificacionista” de conceitos de física, e de outras ciências com por exemplo,

a Química, tanto em cursos da educação superior como nas escolas de ensino médio.

A abordagem pedagógica dos experimentos no contexto mencionado se assemelha bastante às práticas da ciência, em que os cientistas se engajam em processos e práticas de construção e validação de conhecimentos. Essa configuração experimental pode desenvolver habilidades científicas. Para o professor de ciências em formação inicial, além de conhecimento teórico pode influenciar na futura prática docente, de modo que professores compreendam os estudantes como agentes ativos na construção de conhecimentos, e não meros reprodutores de conhecimentos científicos acumulados e validados pela comunidade científica.

As habilidades desenvolvidas por estudantes em tarefas investigativas de laboratório podem ser avaliadas por meio das sub-habilidades e rubricas. As rubricas descrevem os critérios a serem utilizados na avaliação das atividades práticas. Tanto professor e/ou instrutor, quanto estudantes podem utilizar as rubricas respectivamente para avaliarem e autoavaliarem-se. As habilidades científicas de investigação experimental com as sub-habilidades adaptadas (ETKINA et al., 2006) são mostradas a seguir:

Habilidade de projetar e realizar um experimento observacional

Sub-habilidades: Identificar o fenômeno a ser investigado; Projetar um experimento confiável que investiga o fenômeno; Decidir o que deve ser medido e identificar variáveis dependentes e independentes; Usar equipamento disponível para fazer medições; Descrever o que é observado, tanto em palavras como por meio de um desenho da montagem experimental; Descrever um padrão ou elaborar uma explicação para o padrão encontrado; Identificar deficiências em um projeto experimental e sugerir melhorias específicas.

Habilidade de projetar e conduzir um experimento para testar uma hipótese

Sub-habilidades: Descrever hipótese testável; Projetar um experimento confiável que testa a hipótese; Fazer previsão baseada na hipótese; Identificar fatores que podem influenciar no experimento; Determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar a previsão; Decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam; Fazer análise e retomar a hipótese inicial.

Habilidade de projetar e conduzir um experimento de aplicação

Sub-habilidades: Identificar o problema a ser resolvido; Propor um procedimento experimental que resolve o problema; Usar equipamento disponível adequadamente para fazer medições; Fazer discussão sobre os resultados do experimento; Avaliar o significado dos resultados por um método independente; Escolher um procedimento matemático adequado para resolver o problema experimental; Fazer suposições e identificar um procedimento matemático para as suposições feitas; Determinar especificamente o caminho em que as suposições podem afetar os resultados.

Habilidade de coletar e analisar dados experimentais

Sub-habilidades: Identificar fontes de incerteza experimental; Avaliar como incertezas experimentais podem afetar dados; Minimizar a incerteza experimental; Registrar e representar dados de maneira significativa; Analisar dados de forma apropriada.

Habilidade de Comunicar ideias científicas

Sub-habilidades: Comunicar os detalhes de um procedimento experimental de forma clara e completa; Comunicar os resultados do experimento de forma clara e completa.

2.3.2 Possibilidade de avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas em atividades experimentais

Uma maneira de avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas em atividades experimentais em que o aluno tem liberdade para projetar, conduzir, coletar e analisar dados e comunicar os resultados dos experimentos é a utilização de rubricas² de avaliação.

Pontuação numérica	0	1	2	3
Pontuação descritiva	Ausente	Inadequada	Precisa Melhorar	Adequada

Quadro 2.2: Níveis das rubricas de avaliação, Adaptado de Etkina et al. (2006)

²Na página virtual de domínio público: <https://sites.google.com/site/scientificabilities/rubrics> podem ser consultadas as rubricas de avaliação das habilidades científicas.

As rubricas de avaliação descrevem os níveis de desempenho do estudante diante da realização de tarefas que exigem conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais nas atividades propostas. Além de serem instrumentos de avaliação para professores, as rubricas permitem que os alunos se autoavaliem, e entendam o quê o problema proposto exige deles para a sua resolução. Elas dão as informações necessárias para que o aluno se situe cognitiva, atitudinal e procedimentalmente: onde está tentando ir, onde está e como pode chegar lá. Neste sentido os estudantes precisam entender o conceito ou habilidade alvo que devem adquirir/desenvolver e os critérios para realizar um bom trabalho em relação a esse conceito ou habilidade (ETKINA et al., 2006).

Os níveis de desenvolvimento de habilidades científicas podem ser representados por pontuações numéricas ou descritivas: 0 – Ausente; 1 - Inadequada; 2 - Precisa Melhorar; 3 - Adequada, conforme demonstrado no Quadro 2.2.

As habilidades científicas e sub-habilidades adaptadas das pesquisas de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008) avaliadas neste trabalho são mencionadas nos Quadros 2.3 a 2.6, com seus respectivos códigos. Nestes quadros estão descritas apenas as habilidades e sub-habilidades que serão avaliadas neste estudo, portanto algumas não aparecem no texto conforme o trabalho original dos pesquisadores. Dentre as habilidades mencionadas chama-se à atenção para a habilidade de comunicar ideias científicas (F), Quadro 2.6 com os critérios considerados para avaliação pelas rubricas: escrita adequada, clareza das informações, expressão oral clara e coerente cientificamente, entre outros. As peculiaridades inerentes a esta habilidade científica referem-se às suas sub-habilidades, e a partir delas se verifica o desenvolvimento da habilidade com o auxílio das rubricas.

No Apêndice A nos Quadros A.1 a A.13 estão descritas as sub-habilidades e rubricas que são analisadas neste estudo.

CÓDIGO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DA SUB-HABILIDADE
C1	É capaz de elaborar uma hipótese testável?
C2	É capaz de projetar um experimento que testa a hipótese?
C4	É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?
C5	É capaz de determinar fatores que influenciam no experimento?
C6	É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar a previsão?
C7	É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?
C8	É capaz de fazer análise e retomar a hipótese inicial?

Quadro 2.3: Habilidade de Projetar um experimento para testar uma hipótese (C) e sub-habilidades

CÓDIGO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DA SUB-HABILIDADE
D2	É capaz de propor um procedimento experimental que resolve o problema ?
D3	É capaz de usar equipamento adequado para fazer medições?

Quadro 2.4: Habilidade de Conduzir experimento para testar hipótese (D) e sub-habilidades

CÓDIGO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DA SUB-HABILIDADE
G4	É capaz de registrar e representar dados de maneira significativa?
G5	É capaz de analisar dados de forma apropriada?

Quadro 2.5: Habilidade de Coletar e analisar dados (G) e sub-habilidades

CÓDIGO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DA SUB-HABILIDADE
F1	É capaz de comunicar os detalhes de um procedimento experimental de forma clara e completa?
F2	É capaz de comunicar os resultados do experimento de forma clara e completa ?

Quadro 2.6: Habilidades de Comunicar ideias científicas (F) e sub-habilidades

Capítulo 3

Habilidades científicas: implicações para a docência

Neste capítulo são apresentadas revisões a respeito da importância do professor desenvolver habilidades que serão importantes para a atividade docente. Destacamos os aspectos que abordam o desenvolvimento de habilidades e suas possíveis relações com as atividades investigativas.

3.1 Necessidade do professor de ciências: desenvolvimento de habilidades científicas

Desenvolver ou ter habilidades é uma exigência em qualquer atividade humana. Os profissionais das mais diversas áreas dispõem de conhecimentos e habilidades que são essenciais para o seu trabalho. Em relação à atividade do professor não é diferente, ainda que seja difundida a ideia que para ser professor basta ter domínio de conhecimentos da disciplina ou o dom para ensinar.

Desse modo, se coloca em reflexão quais habilidades os professores de ciências devem ter e/ou desenvolver para ensinar alunos de Ensino Médio. É oportuno ressaltar que o período de formação inicial de um professor é curto para abranger um campo tão vasto e complexo

como é a atividade docente. Assim, torna-se pertinente refletir sobre o que seria necessário abordar na formação inicial para que os futuros professores superem o ensino de conteúdos baseados na reprodução e memorização, mas que de fato promovam uma preparação mais coerente para ser “professor de ciências”.

Segundo Demo (2014), a formação do professor de ciências ainda está fundamentada em uma concepção “instrucionista” e reprodutiva de conhecimentos científicos. A discussão do autor remete à maneira como as universidades ou instituições congêneres tem formado professores de ciências, dando ênfase à aprendizagem de conhecimentos já consolidados na comunidade científica e com pouca oportunidade para a compreensão dos processos de construção e validação destes conhecimentos.

Tardif (2014, p.242) disserta que a formação dos professores está baseada em lógicas disciplinares e de caráter aplicacionista. Os alunos assistem as aulas teóricas para em outro momento fazerem os estágios para aplicar estes conhecimentos concebidos de maneira declaratória. Ao terminar o curso de formação e com o posterior exercício da profissão eles aprendem o ofício e na realidade escolar, percebem que esses conhecimentos teóricos outrora aprendidos nem sempre respondem às situações vivenciadas. O autor sugere que sejam abertos espaços para uma lógica de formação que reconheça os alunos como sujeitos do conhecimento, baseada na análise das práticas, das tarefas e dos conhecimentos de professores de profissão levando em conta as condicionantes reais do trabalho docente.

Para Becker e Marques (2010, p.13–14) a concepção de docência deve partir do princípio que, tanto professor quanto aluno são sujeitos epistêmicos que constroem conhecimentos. Esta construção ocorre tanto para adquirir mais conhecimentos quanto para construir capacidades cognitivas para agir sobre os objetos físicos, culturais, simbólicos, científicos, entre outros. Ao aprender algo novo ele reconstrói suas estruturas cognitivas ou a sua capacidade de aprender e conhecer. O autor ainda argumenta que o conhecimento como capacidade não está pronto, mas cada sujeito deve construí-lo já que em nenhum domínio do conhecimento eles se configuram como prontos e acabados.

Nessa mesma concepção Freire (2011) defende que o ensino não se efetiva na transferência de conhecimento, mas em criar possibilidades para a sua produção e construção. E

isso exige curiosidade, capacidade crítica, observação, delimitação, capacidade de comparar, de fazer perguntas sobre o objeto que se deseja conhecer.

Pimenta (2012) argumenta que além da habilitação legal para o exercício da docência espera-se que um curso de Licenciatura desenvolva nos alunos conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que possibilitem eles construir seus saberes-fazer docente a partir dos desafios que o ensino como prática social lhes coloca no dia a dia. A autora defende que a finalidade da educação escolar é possibilitar os alunos trabalharem os conhecimentos científicos e tecnológicos desenvolvendo habilidades para operá-los, revê-los e reconstruí-los, uma vez que as demandas da sociedade globalizada exigem isto dos jovens na atualidade.

Percebe-se que os referenciais sobre a formação de professores outrora mencionados são convergentes no entendimento que os alunos de licenciatura desenvolvam além dos conhecimentos teóricos, conhecimentos que estejam relacionados com a atividade docente em um contexto real, de modo que eles aprendam como é ser professor, quais habilidades precisam ter ou desenvolver para este ofício que não se configura em apenas transmitir conhecimentos, mas em criar possibilidades para sua construção e significado para si mesmo e para os seus alunos.

Nessa perspectiva, pesquisadores do Ensino de Ciências (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p.49) defendem que uma das necessidades formativas do professor de ciências é aprender a preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva. Desse modo é fundamental que sejam elaboradas estratégias de ensino para uma aprendizagem com pesquisa. Eles sugerem que os processos formativos, entre vários aspectos abarquem: a proposição de situações problemas que gerem interesse e que os alunos envolvidos tenham concepções preliminares a respeito da tarefa. A partir de situações problemas, os estudantes tem grandes chances de serem estimulados à invenção de conceitos, emissão de hipóteses, elaboração de estratégias para a sua resolução e análise dos dados.

Perrenoud (2000, p.38-39) comenta que a capacidade de organizar e implementar situações problemas e outras situações de aprendizagem fazem alusão às competências muito semelhantes àquelas exigidas por um procedimento de pesquisa mais avançada. E quando tais problemas são resolvidos em procedimento de pesquisa, os próprios alunos constroem

a teoria. Ele argumenta ainda que o professor deveria estar preparado para desta maneira levar seus alunos a construírem os seus conhecimentos científicos em física e outras ciências, embora reconheça que os procedimentos de pesquisa demandem muito tempo, e isto torna-se um impasse devido aos currículos não estarem adequados a uma lógica de pesquisa. Portanto, se percebe que trabalhar com os professores em formação inicial os aportes mencionados por Perrenoud e outros autores outrora citados pode contribuir para que eles desenvolvam habilidades de investigação científicas, as quais pedagogicamente podem abordar com coerência a construção de conhecimentos científicos.

3.1.1 A formação do professor: aspectos necessários para a prática docente

Para Freire (2011, p.24) já na experiência de formação, o formando compreenda-se e assumam-se como sujeito da produção de conhecimento. Nessa concepção, o professor formador e o que está em formação compreendam que ensinar exige habilidades que vão muito além de dominar conhecimentos das ciências. Ele ainda tece argumentos a respeito de refletir criticamente sobre a relação teoria/prática na docência, sendo esta uma exigência inerente a prática educativa. Teoria e prática devem estar em diálogo, e se de igual modo não for, a teoria consistirá em meras palavras e a prática em ativismo. É necessário estar consciente e convencido que ensinar não consiste em transferir conhecimento, mas criar possibilidades para a sua produção e construção.

É nesse sentido que a postura de Freire (2011) dialoga com a proposta deste trabalho. Desenvolver habilidades nos estudantes para conhecer mais sobre a ciência, ter uma postura crítica, espírito científico e construir conhecimentos vai ao encontro a propor atividades de ensino que se contraponham ao ensino baseado na transmissão de conhecimentos. É necessário refletir que as habilidades se desenvolvem mediante situações que promovam tal desenvolvimento (ETKINA et al., 2006), nas quais professores e alunos são sujeitos ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Dentre muitos critérios e/ou exigências inerentes à prática docente, proposta por

Freire (2011) destacamos entre elas:

- Ensinar exige rigorosidade metódica

A rigorosidade metódica não se refere ao discurso transferidor de conhecimentos. É uma tarefa do professor/educador trabalhar com os alunos a rigorosidade metódica em relação aos objetos cognoscíveis. O conhecimento como capacidade não está pronto no indivíduo e nem no meio social, cada ser humano precisa construí-lo para si. Ensinar não tem como fim somente o “tratamento” do objeto ou conteúdo de forma superficial, mas envolve também a produção e aprendizagem deste de forma crítica. É nessa concepção que se percebe a urgência de formar professores e alunos criadores, instigadores, inquietos, rigorosamente curiosos e persistentes.

- Ensinar exige pesquisa

É inerente (ou deveria ser) à natureza da prática docente a indagação, a busca, a pesquisa. Freire (2011, p.30) argumenta que não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. É fundamental conhecer sobre o conhecimento já existente (validado pela ciência) e estar aberto e apto à produção de conhecimentos ainda não existentes. Os processos de formação de professores devem abarcar estes aspectos, de modo que eles se percebam e se assumam não somente como professores, mas também como pesquisadores. A atividade docente envolve um profissional que elabora planos de atividades, aplica metodologias, reproduz conteúdos, interpreta estes conteúdos, observa comportamentos e avalia processos. Becker e Marques (2010, p.12) fazem uma analogia à atividade docente, cujos aspectos foram anteriormente elencados, com a atividade de um cientista em um laboratório. Ele inventa e implementa ações que produzem novos fenômenos cognitivos, avalia os fenômenos observados, cria novas compreensões desses fenômenos e põe a prova os conhecimentos já existentes. O professor procede assim não para ser pesquisador, mas para ser plenamente professor.

- Ensinar exige respeito aos saberes dos educandos

Aprender é um processo de reconstrução no qual o sujeito participa ativamente. No entanto, as instituições escolares parecem estar organizadas a partir do entendimento que esse processo ocorre por transmissão, onde priorizam a memorização e a repetição, e as

atividades exploratórias e criativas dos alunos são escassas ou inexistentes. O conhecimento é um produto da atividade social que se produz, se mantém e se difunde no compartilhamento com os outros (DELVAL, 2010). O aluno não chega à escola “vazio” e sem “conteúdo”, pois durante a sua vida em sociedade ele tem acesso a inúmeras informações e conhecimentos obtidos de várias formas, por meio da família, das mídias, entre outras. Nesse sentido é fundamental aproveitar as experiências dos alunos sobre a realidade em que vivem e abordar sobre diversos aspectos das situações sociais nas quais estão inseridos e relacioná-los aos conteúdos, problematizá-los e por meio do conhecimento buscar possíveis soluções, ou mesmo trazer a consciência da existência de um problema (FREIRE, 2011, 32).

3.1.2 Habilidades investigativas na BNCC e na BNC-Formação

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, recentemente aprovada orienta que a elaboração e implementação dos currículos da Educação Básica brasileira seja estruturada em torno do desenvolvimento de competências e habilidades. Nas Ciências da Natureza, os processos e práticas de investigação são destacados como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos que promovam o domínio de linguagens específicas. Assim, os estudantes podem ser introduzidos em situações que possibilitam: analisar fenômenos e processos, utilizar modelos, fazer previsões e ampliar sua compreensão sobre a vida, sobre o planeta e o universo. Também podem desenvolver a capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais (BRASIL, 2018, p.550). A BNCC define competência como:

(...) competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.(BRASIL, 2018, p.8)

Segundo o Art 8º da Resolução CNE/CP N° 2, de 20 de dezembro de 2019, que trata sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para

a Educação Básica e que institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) - os cursos destinados à Formação Inicial de Professores para a Educação Básica devem ter como fundamentos pedagógicos entre outros (BRASIL, 2019):

- I - o desenvolvimento de competência de leitura e produção de textos em Língua Portuguesa e domínio da norma culta;
- II - o compromisso com as metodologias inovadoras e com outras dinâmicas formativas que propiciem ao futuro professor aprendizagens significativas e contextualizadas em uma abordagem didático-metodológica alinhada com a BNCC, visando ao desenvolvimento da autonomia, da capacidade de resolução de problemas, dos processos investigativos e criativos, do exercício do trabalho coletivo e interdisciplinar, da análise dos desafios da vida cotidiana e em sociedade e das possibilidades de suas soluções práticas;
- III - a conexão entre o ensino e a pesquisa com centralidade no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que ensinar requer, tanto dispor de conhecimentos e mobilizá-los para a ação, como compreender o processo de construção do conhecimento; (...)
- VIII - compromisso com a educação integral dos professores em formação, visando à constituição de conhecimentos, de competências, de habilidades, de valores e de formas de conduta que respeitem e valorizem a diversidade, os direitos humanos, a democracia e a pluralidade de ideias e de concepções pedagógicas. (BRASIL, 2019, p.5)

Diante dos fundamentos pedagógicos supracitados sobre a formação inicial de professores para a Educação Básica percebe-se a importância de desenvolver competências e habilidades nos discentes. Os aspectos formativos devem prezar pela implementação de atividades inovadoras que promovam a autonomia, a capacidade de resolução de problemas, a investigação e a relação entre a teoria prática, o trabalho em equipe e comunicação nas normas cultas da Língua Portuguesa. Ressalta-se que todas essas concepções estejam alinhadas às demandas da vida cotidiana, da sociedade e da vida profissional.

Ainda na década de 2000, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) já tratavam de forma clara sobre a possibilidade de os professores desenvolverem atividades de ensino que enfatizassem a importância de conhecer sobre as ciências, de modo

a fazer uso destes conhecimentos em situações reais, que exigem tomada de decisão e postura crítica:

O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso. Essas são capacidades mentais construídas nas interações sociais vivenciadas na escola, em situações complexas que exigem novas formas de participação. Para isso, não servem componentes curriculares desenvolvidos com base em treinamento para respostas padrão. Um projeto pedagógico escolar adequado não é avaliado pelo número de exercícios propostos e resolvidos, mas pela qualidade das situações propostas, em que os estudantes e os professores, em interação, terão de produzir conhecimentos contextualizados. (BRASIL, 2006, p.106)

As orientações destes documentos tem impacto na formação de professores. É importante refletir que, embora tenham caráter normativo ou de legislar o Ensino Básico, tais documentos não garantem uma melhoria da aprendizagem das ciências. Desse modo é importante (re)pensar como estão sendo preparados ou formados professores que sejam capazes de formar alunos com as expectativas enfatizadas nestes documentos. Se o que se deseja é uma formação em que o aluno seja capaz de mobilizar competências e habilidades nos diversos contextos que pode vivenciar, é necessário preparar professores para desenvolver essas habilidades nos seus futuros alunos.

3.2 O papel das Atividades Investigativas no desenvolvimento de habilidades

Os documentos que tratam da Educação, e sobre o Ensino de Ciências ressaltam a necessidade de envolver o estudante em processos de ensino e aprendizagem que contemplem o desenvolvimento de habilidades, sobretudo aquelas associadas ao processo de investigação científica. Desse modo, eles podem ser introduzidos em processos que contribuem para a compreensão tanto de conhecimentos científicos, quanto dos seus processos de construção, assim como de sua utilidade e implicações para a sociedade (BRASIL, 2018; BRASIL, 2019).

A literatura apresenta trabalhos que tratam da temática, embora nem todos abordem explicitamente sobre a formação de professores, desse modo, a ênfase dessa revisão é dada a estudos em que há relação entre atividades investigativas e o desenvolvimento de habilidades.

Carvalho (2007) argumenta que o ensino de ciências deve promover a enculturação científica, a qual somente se torna realidade se o papel do professor em sala de aula for também modificado, assumindo uma série de novos discursos e novas habilidades além das tradicionais. Dentre essas habilidades ela menciona: a habilidade de argumentação, habilidade de transformar linguagem cotidiana em linguagem científica, habilidade de introduzir os alunos nas linguagens da Matemática - Tabelas, Gráficos e equações. As atividades investigativas nas aulas de ciências apresentam possibilidades promissoras para desenvolver estas habilidades nos estudantes.

Atividades que estejam em diálogo com o desenvolvimento de habilidades de investigação científica tem sido defendida para serem implementadas no ensino das ciências (CARVALHO, 2007), porém no cenário educacional brasileiro ainda predomina práticas pedagógicas baseadas em conteúdos declarativos (BORGES, 2002; DEMO, 2014).

A abordagem de ensino baseada na aprendizagem de conteúdos não retrata apenas a realidade da educação brasileira. Maia e Justi (2008), por exemplo, analisaram quatro programas de avaliação em massa de diversos países (ou grupo de países): Third International Mathematics and Science Study (TIMSS); Programme for International Student Assessment (PISA); National Assessment of Educational Progress (NAEP); Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Segundo as análises das autoras, todos os programas citados contemplam a avaliação de conteúdos e timidamente a avaliação de habilidades. Seus resultados evidenciaram a dificuldade de avaliação de habilidades de investigação, especialmente aquelas relacionadas às etapas de “elaboração de modelo”, “análise” e “comunicação do ciclo de investigação”, apresentando poucas oportunidades para a explicitação de conhecimentos a elas relacionados.

Os trabalhos das pesquisadoras Suart e Marcondes (2008), Suart e Marcondes (2009) com estudantes de Ensino Médio evidenciaram que as atividades experimentais com abordagem investigativa contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e para maior

participação no processo de aprendizagem. Os alunos envolvidos no estudo participaram ativamente da formulação de hipóteses sobre o problema, da elaboração do planejamento, da execução do experimento, da coleta dos dados e análise dos dados obtidos. Eles demonstraram interesse pela investigação e manifestaram habilidades cognitivas de ordem alta como elaboração de hipóteses e análise de dados e variáveis para a sua confirmação ou refutação.

Na Educação Superior, os pesquisadores González e García (2014), por exemplo investigaram que habilidades científicas podem ser desenvolvidas na formação de professores de Física, Química e Matemática por meio de um curso introdutório de robótica. O estudo ocorreu por meio da capacitação dos estudantes em aspectos próprios da robótica, eletrônica e programação e uma fase de resolução de problemas práticos com robôs. As habilidades científicas consideradas no estudo foram: observar, problematizar, estudar e comunicar. Entre os principais resultados incluem-se que: as habilidades se manifestaram sem diferença significativa entre estudantes dos cursos de Física, Química e Matemática. Outro resultado importante refere-se ao potencial da robótica para desenvolver habilidades científicas na formação inicial de professores de Ciências e Matemática. Esse trabalho mostra também que os futuros docentes podem aprender a elaborar atividades que sejam capazes de favorecer o desenvolvimento de habilidades com os seus futuros alunos.

Mauro, Furman e Bravo (2015) argumentam que o desenvolvimento do pensamento científico em habilidades de estudantes é um objetivo fundamental do currículo de ciências naturais na Educação Básica, no entanto pouco se sabe sobre os processos envolvidos na aprendizagem dessas habilidades e os pontos de partida. Assim, os pesquisadores realizaram um trabalho que traçou um diagnóstico de competências científicas com crianças do 4º ano do Ensino Fundamental a partir de um estudo de caso em uma escola pública argentina. As habilidades alvos do estudo foram: projetar experimentos e interpretar resultados. O estudo revelou que a partir das respostas a uma pergunta pesquisável e da explicação dos resultados os estudantes já tem suas “teorias pessoais”. Também foi constatado que a capacidade de projetar experimentos é praticamente ausente no grupo das crianças avaliadas, enquanto que para a capacidade de interpretação dos resultados, há maior variabilidade no desempenho das crianças. Uma implicação dos resultados para o ensino é pensar estratégias e material

didático de acordo com o ponto de partida das crianças em relação a cada habilidade a ser ensinada. Outra implicação concerne em compreender os conhecimentos prévios das crianças e confrontá-los com novas provas e permitir-lhes a avançar para níveis cada vez mais complexos do pensamento científico.

Sasseron e Carvalho (2016) fazem uma revisão bibliográfica sobre o tema Alfabetização Científica. Nesse trabalho elas traçam uma relação das habilidades apontadas como necessárias de serem desenvolvidas para que um indivíduo seja considerado alfabetizado cientificamente. A partir de três eixos estruturantes, segundo as autoras, o Ensino de Ciências pode desenvolver habilidades relacionadas ao processo científico. O primeiro eixo refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. A partir deles os alunos podem ser trabalhados na construção de conhecimentos científicos e na compreensão de suas aplicações em situações diversas e de modo apropriado em seu cotidiano. O segundo eixo está relacionado à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. A ideia de ciência alude a um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. O terceiro eixo estruturante da Alfabetização Científica compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente. Desse modo, mostra a necessidade de compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos. A abordagem de ensino baseada na transmissão e recepção pouco contribuem para desenvolver habilidades de investigação e a Alfabetização Científica nos estudantes. Assim, implementar atividades baseadas em situações problemas é crucial para desencadear a investigação e desenvolver habilidades.

O estudo de Zômpero, Gonçalves e Laburú (2017) busca responder como o ensino de Ciências Naturais, baseado na perspectiva de *inquiry* (ensino por investigação), estimula o uso de Funções Executivas de estudantes. Os autores discutem e analisam à luz da literatura referente à Neuropsicologia como as atividades investigativas desenvolvem Habilidades Cognitivas e ativam Funções Executivas, visto que as atividades investigativas cumprem o papel de estimular o raciocínio dos estudantes. A correlação entre as atividades investigativas,

Habilidades Cognitivas e Funções Executivas foi feita considerando apenas as habilidades: resolução de problemas, percepção de evidências e capacidade de elaboração de conclusões e divulgação de resultados pelos estudantes na prova do PISA de 2015. Os autores consideram que a aplicação metodológica de atividades investigativas no ensino de Ciências aprimora Habilidades Cognitivas para investigação científica, bem como as Funções Executivas de Planejamento, Ação Propositiva e Monitoramento.

Pizzato et al. (2019) fazem uma revisão da literatura com o propósito de apresentar uma desambiguação do termo “atitude investigativa” para termos comumente usados como sinônimos, quais sejam “atitude científica”, “habilidade investigativa” e “habilidade científica”. Eles realizaram análises sobre artigos publicados em três idiomas (inglês, espanhol e português) que continham os termos citados, e a partir disso constataram tanto definições como atributos para todos os termos. Com relação as definições, os autores mencionam que as atitudes investigativa e científica diferenciam-se das habilidades por serem mais complexas, de caráter mental e serem externalizadas por comportamentos que são desencadeados por um problema ou uma incerteza. Com relação aos atributos, os autores dissertam que tanto as atitudes como as habilidades são amplamente caracterizadas, sendo que tais características contemplam todo o processo (atitudinal e procedimental) de investigação científica. As habilidades investigativas e científicas contemplam todo o processo de investigação científica e que, além disso, não ocorrem instantânea nem simultaneamente, mas como etapas de um sistema complexo que vão se desencadeando ao longo do tempo e de acordo com o andamento do processo de investigação.

Essas constatações dos autores anteriormente mencionados tem relação com as conceituações de Mauro, Furman e Bravo (2015) que consideram as habilidades científicas como a faculdade de uma pessoa aplicar procedimentos cognitivos específicos relacionados com as formas de construir o conhecimento científico na área das ciências naturais. São coerentes também com as definições de Etkina et al. (2006) que as habilidades científicas contemplam os métodos e processos que os cientistas utilizam na construção de conhecimentos científicos e na resolução de problemas práticos. O desenvolvimento dessas habilidades ocorre mediante situações que explorem a resolução de problemas.

3.3 A experimentação e as habilidades científicas de investigação experimental

O empirismo foi de fundamental importância para consolidar as ciências naturais. Já em meados século XVII, os experimentos científicos tiveram um papel imprescindível na proposição de uma metodologia científica, os quais articulavam na racionalização de procedimentos embasados em raciocínios guiados pela indução e dedução. Os pensadores Francis Bacon, René Descartes e Galileu influenciaram de maneira ímpar estas ideias, os quais são considerados fundadores da ciência moderna, principalmente por suas ideias contrárias ao pensamento aristotélico vigente na época, no qual a experiência tinha base na observação natural, e também por sua parcela de contribuição referente à estruturação do “Método Científico”. As ideias positivistas destes pensadores influenciaram consideravelmente o mundo científico, assim como têm influenciado ainda as práticas pedagógicas na área de ensino das ciências, embasadas pela aplicação do “Método Científico” (GIORDAN, 1999).

De acordo com o estudo de Blosser (1988) há registros que as atividades de laboratório foram usadas em Química no Ensino Médio (segundo grau) na década de 1880, e nos meados de 1886, a Universidade de Harvard já dispunha de uma lista experimentos de Física para ser realizados com os alunos de nível médio que almejassem ingressar nesta universidade. Nessa época, o ensino de laboratório era considerado essencial para desenvolver a observação, fornecer informações detalhadas e estimular o interesse dos alunos.

Os pesquisadores Zômpero e Laburú (2011) também apresentam um estudo sobre as diferentes abordagens das atividades de investigação no ensino trazendo aspectos históricos, onde dissertam que o uso do laboratório no ensino sofreu influência do cientista e filósofo positivista Herbert Spencer, ainda no século XIX. Para este cientista, a utilização do laboratório poderia promover a melhor compreensão dos fenômenos naturais, e as atividades experimentais ali desenvolvidas, a partir de observações forneceriam informações claras e precisas sobre a natureza que não se encontrariam nos livros. Ele ainda considerava as ciências como a Física, a Química e a Biologia essenciais para a formação humana.

Apesar de vários anos passados, a concepção positivista de ciência ainda tem preva-

lecido nas maneiras de ensinar ciências. Há uma concepção inadequada que o fazer ciência está fundamentado em um método científico infalível (PÉREZ et al., 2001) que é capaz de fornecer os conhecimentos de um determinado fenômeno físico, químico ou de outra natureza científica a partir da aplicação de tal método, e que as atividades experimentais são capazes de ilustrar o conhecimento teórico na prática.

A experimentação no ensino de ciências geralmente está associada à atividades experimentais realizadas no laboratório didático, ambiente físico que dispõe de materiais e demais aparatos para desenvolver tais atividades. Nesse ambiente, comumente os alunos trabalham em pequenos grupos e seguem as instruções de um roteiro experimental. Segundo Borges (2002), o objetivo da atividade prática segundo uma abordagem tradicional pode ser:

o de testar uma lei científica, ilustrar ideias e conceitos aprendidos nas “aulas teóricas”, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, “ver na prática” o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. (BORGES, 2002, p.296)

Nas escolas de Ensino Básico e até nas universidades tem se explorado bastante os aspectos teóricos da Ciência, dando ênfase a assimilação de conceitos, teorias, memorização de fórmulas matemáticas, resolução de cálculos, porém, configura-se como necessário criar possibilidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico (BORGES, 2002) e a exploração de atividades práticas no laboratório pautadas em atividades investigativas podem ser significativas para contribuir neste sentido.

No Brasil, a abordagem do ensino envolvendo atividades de investigação é encontrada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) e desde esta época o mesmo não tem se consolidado no ensino das ciências. Uma das razões para os professores não utilizarem as práticas de laboratório e/ou atividades de investigação com os alunos reside na insegurança, pois simultaneamente ele é responsável por realizar experimentos, gerenciar a turma e utilizar (ou orientar a utilização) dos materiais no laboratório (BORGES, 2002).

É oportuno discutir como a utilização da experimentação pode ser abordada na formação de professores de ciências para que sejam contemplados os aspectos discutidos anteriormente sobre o entendimento que o aluno e professor são sujeitos epistêmicos que constroem e reconstróem conhecimentos e capacidades para operá-los em diversos contexto da sua vida. Geralmente a abordagem das atividades práticas do laboratório seguem a risca um roteiro, neste sentido, discute-se que esta postura não contribui para uma formação crítica e que estimule a tomada de decisão do estudante. Considerando que uma das diversas maneiras de aprender sobre conhecimentos científicos é realizando a experimentação e que na vida real os problemas não surgem com manuais de resolução é importante pensar como a atividade experimental pode contribuir para uma postura mais crítica do estudante.

Segundo, Giordan (1999) a experimentação no Ensino de Ciências configura-se como um recurso que contribui para entender as várias fases do pensamento científico, consistindo em um dispositivo sócio-técnico inerente ao pensamento científico. Argumenta ainda, que a experimentação por simulação permite gerar discussão sobre a demarcação entre o empírico e o teórico, o que é essencial para reconhecer as realidades envolvidas.

As atividades experimentais no laboratório didático podem potencializar o desenvolvimento de habilidades: procedimentais, cognitivas, entre outras (SUART; MARCONDES, 2008; SUART; MARCONDES, 2009), sendo que tais habilidades podem ser mais estimuladas quando partem de uma perspectiva problemática que promova a investigação.

Bastos (2017) argumenta que a existência de um problema é a propulsão à busca de soluções, e isto implica em capacidades de o ser humano desenvolver habilidades e estratégias para a sua resolução, daí a relevância em trazer para o ensino das ciências não somente os produtos da ciência, mas também suas práticas sociais de investigação. E ainda reflete que para o ser humano conhecer melhor a natureza e desenvolver habilidades necessárias para transformar objetos naturais em sociais requer pensar atividades mais sofisticadas que exijam mais técnica, abstração, generalizações, como é o caso da atividade científica, e isto se dá a partir das necessidades e/ou problemas que surgem ao longo de sua evolução histórica e cultural.

Aprender ou desenvolver habilidades que envolvam práticas sociais de investigação

de forma efetiva, e que muitos chamam de significativa ocorre quando se formula conjecturas e as põem à prova para ver se confirmam ou são rejeitadas pela experiência, é desse modo que se trabalha investigando, e é como a Ciência progride – mas, para que isso ocorra é necessário ter consciência de um problema e encontrar uma solução (DELVAL, 2010).

Na perspectiva da prática experimental investigativa é fulcral a proposição de um problema, pois é a partir dele que os alunos expõem suas próprias concepções, estratégias de resolução, e para fazer isso devem dispor de algum conhecimento prévio. Nesse contexto, as hipóteses, as conjecturas surgem como possível resposta para o problema proposto, além de retratar a prática experimental de modo não rígido, com ausência de roteiro de passos a executar, permitindo a liberdade para o próprio estudante criar.

Assim, a atividade experimental investigativa configura-se como um recurso pedagógico para ensinar ciências que explora com coerência o caráter da ciência como construção humana. Além disso, pode ser propícia a desenvolver habilidades experimentais investigativas e desenvolver o espírito científico e crítico nos estudantes nos diferentes níveis de ensino.

O próximo capítulo aborda sobre os procedimentos que envolveram as etapas de uma pesquisa qualitativa com experimentos investigativos realizados no laboratório didático, a fim de identificar que habilidades científicas podem ser desenvolvidas a partir dessa abordagem experimental.

Capítulo 4

Questão de Pesquisa e Percurso

Metodológico

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos que direcionaram uma pesquisa qualitativa, no qual buscou-se investigar como uma oficina de experimentos investigativos, no ambiente laboratorial, pode desenvolver habilidades científicas em licenciandos de Física e de Química. São apresentadas as etapas da pesquisa que envolveram o planejamento da oficina, a realização e as análises de dados.

4.1 Questão de pesquisa

O laboratório apresenta larga influência no ensino de ciências, porém ainda persiste a concepção inadequada que as atividades experimentais ali desenvolvidas são apenas de verificação de conhecimentos, onde a ênfase está centrada em aspectos técnicos e práticos. O potencial pedagógico das atividades realizadas em laboratório didático tem sido pouco explorado para desenvolver uma postura crítica dos estudantes, pois, geralmente, são executadas por meio de um roteiro fechado que visam a produção de um relatório experimental considerado correto (em muitos casos, feito mecanicamente pelos estudantes). Entende-se que uma atividade experimental de laboratório pode ser explorada sob várias perspectivas englobando

também os aspectos pedagógicos sobre a ciência e o desenvolvimento de várias habilidades científicas que perpassam as técnicas e os procedimentos. Deste modo, apresenta-se o problema desta pesquisa:

COMO AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS FAVORECEM O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA?

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é identificar as possibilidades, limites e as contribuições das atividades experimentais investigativas no ambiente laboratorial para o desenvolvimento de habilidades científicas, visando a formação de professores de ciências que atenda às orientações da Base Nacional Comum Curricular.

4.2.2 Objetivos Específicos

- Estabelecer entre as habilidades que aludem a investigação científica (elaborar hipótese, projetar e conduzir uma atividade experimental baseado em uma hipótese, registrar, coletar e analisar dados experimentais e comunicar os resultados) e que dialoguem com a BNCC, quais poderão ser avaliadas em um laboratório didático.
- Elaborar e aplicar uma oficina de atividades experimentais investigativas com estudantes de cursos de Licenciatura em Física e Química abordando conteúdos afins às duas ciências.
- Adaptar rubricas avaliativas já existentes na literatura, a fim de avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas durante a aplicação da oficina com os licenciandos participantes.

4.3 Abordagem metodológica

Esta pesquisa configura-se como qualitativa com a participação do pesquisador em todas as etapas envolvidas.

Creswell (2010, p.212) descreve alguns aspectos que caracterizam a pesquisa qualitativa: dentre eles: a seleção intencional dos locais onde a pesquisa será realizada, os atores (quem será observado ou entrevistado), os eventos (o que será observado ou entrevistado) e o processo (a natureza evolutiva dos eventos realizados pelos atores no local).

A pesquisa qualitativa inicia-se com pressupostos e o uso de estruturas interpretativas/teóricas que trazem à luz o problema da pesquisa considerando os significados que os indivíduos dão a um problema social ou humano. No intuito de estudar o problema, os pesquisadores qualitativos adotam uma abordagem de investigação que inclui a coleta de dados em contexto natural, de modo a ser receptivos às sensações das pessoas e aos lugares em estudo. A coleta de dados ocorre de várias maneiras, dentre elas: exames de documentos, questionários, observações de comportamentos e entrevistas com os participantes (CRESWELL, 2014).

A pesquisa foi realizada com a seleção intencional do local (laboratório didático) e dos participantes (estudantes de licenciatura). O pesquisador coletou dados sobre os eventos ocorridos na realização de uma oficina de experimentos investigativos, por meio de questionários, entrevistas e análise das atividades escritas. O pesquisador esteve envolvido na elaboração e aplicação da oficina, coletando dados visando produzir conhecimento sobre a temática investigada, trazendo a conscientização a si mesmo e aos participantes da existência do problema, de modo a sugerir melhorias para o enfrentamento da realidade .

4.4 Procedimento Metodológico da Pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se por meio de uma oficina de experimentos no laboratório didático com estudantes de dois cursos de Licenciatura (Química e Física) da Universidade Federal do Amazonas na cidade de Manaus. Foram realizados 7 (sete) encontros, com par-

ticipação efetiva de 20 (vinte) licenciandos, cujas atividades experimentais foram fundamentadas na Metodologia Investigativa.

Dividiu-se em 3 (três) etapas os procedimentos desta pesquisa:

A primeira etapa consistiu na elaboração da oficina que envolveu a escolha do local, escolha do público alvo, escolha dos temas das atividades, a elaboração das atividades, a organização dos materiais que seriam utilizados nos experimentos e o teste dos experimentos.

A segunda etapa consistiu na aplicação da oficina com 7 (sete) encontros, onde foram realizados os experimentos investigativos e coletados os dados por meio de um questionário inicial e das atividades escritas em material próprio em cada encontro. Inclui-se ainda as entrevistas com alguns participantes, após a oficina.

E a terceira etapa envolveu a análise dos dados obtidos por meio dos instrumentos de coleta.



Figura 4.1: Etapas da Pesquisa

Nas seções seguintes serão descritas detalhadamente cada etapa.

4.5 Etapa 01: Planejamento da Oficina

A etapa inicial foi bastante dispendiosa quanto ao tempo para escolher e preparar atividades de acordo com os pressupostos teóricos da Metodologia Investigativa. Selecionou-se atividades investigativas que contemplassem conhecimentos afins à Física e à Química e que os participantes já tivessem estudado ao longo do seu percurso acadêmico. Portanto, os

seguintes conteúdos básicos e comuns às duas ciências foram selecionados: Transformação Química, Força, Ácidos e Bases, Calorimetria, Eletroquímica, Lei de Ohm e Comportamento ondulatório da luz.

Após a escolha dos conteúdos, foram trabalhados os aspectos referentes à elaboração de situações problemas que motivassem os estudantes a realizar o experimento, planejamento das aulas expositivas com os conceitos chaves que seriam passados antes da realização dos experimentos, a elaboração do material para registro das atividades escritas (folha de atividades), a estrutura da oficina, a logística e materiais necessários à realização da oficina e, por fim, o teste dos experimentos contemplados no decorrer da oficina.

4.6 Etapa 02: Realização da Oficina

Nas seções seguintes são descritos os processos inerentes à realização da oficina, desde os critérios éticos até a realização das entrevistas finais que ocorreu após a oficina.

4.6.1 Critérios Éticos da Pesquisa

Devido a pesquisa envolver seres humanos houve toda a atenção inerente aos procedimentos éticos e legais para a sua execução. Portanto, o projeto foi submetido ao Conselho de Ética em Pesquisa, e somente após a aprovação do mesmo prosseguiu-se os trabalhos. O documento de aprovação encontra-se no Anexo A.

No primeiro encontro da oficina, os licenciandos presentes foram esclarecidos que estariam participando de uma pesquisa, na qual sua participação seria voluntária. Assim, aqueles que concordaram em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B) declarando ciência e autorizando a gravação de voz, uso de imagem e os registros escritos obtidos na oficina para futura publicação dos resultados do estudo.

4.6.2 Local da Oficina

As atividades desenvolveram-se no Laboratório de Ondas e Calor do Departamento de Física da UFAM, o qual dispunha de seis bancadas com capacidade para 24 (vinte e quatro) participantes e vários materiais e equipamentos dentre os quais: quadro branco, projetor de imagem, equipamentos de medidas, fonte de energia, suporte universal, béqueres, termômetros, tubos de ensaio, bureta, pipeta graduada, dentre outros materiais.



Figura 4.2: Laboratório onde ocorreu a oficina

4.6.3 Participantes da Oficina

O público alvo da pesquisa foram estudantes de Licenciatura em Física e de Licenciatura em Química, que estivessem inseridos em algum projeto de iniciação à docência, como por exemplo, a Residência Pedagógica e o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). Participaram efetivamente 20 (vinte) licenciandos que estavam matriculados entre o 4º período, e outros que já estavam cursando os períodos finais dos seus cursos. Foram assim selecionados por já conhecerem a fundamentação teórica dos assuntos tratados nas atividades experimentais. Na Seção 5.1 mais adiante, será apresentada de forma

detalhada as características dos discentes.



Figura 4.3: Alguns discentes planejando uma atividade experimental na oficina

4.6.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Os instrumentos elaborados para coletar os dados durante e após a aplicação da oficina foram: questionário inicial, atividades escritas e entrevistas semiestruturadas.

Questionário Inicial

O questionário inicial, no Apêndice C tinha por objetivo conhecer os participantes sobre os seguintes pontos: à sua participação em algum projeto de iniciação à docência, período do curso, escolha do curso de Licenciatura, percepções sobre a formação inicial docente, importância das atividades experimentais para a formação docente e sobre a sua participação em alguma atividade envolvendo a Metodologia Investigativa. Este questionário era semiaberto e consistia em quatro perguntas, as quais se ofereciam algumas assertivas que os estudantes poderiam concordar com mais de uma, ou ainda acrescentar algo que julgasse importante em espaço reservado para esta finalidade.

Atividades Escritas

As atividades escritas consistiram no meio pelo qual se obtiveram os registros dos experimentos investigativos realizados na oficina. As folhas para registro escrito das atividades tinha a seguinte estrutura: A contextualização envolvendo um dos conteúdos escolhidos mencionados na Etapa 01 (Seção 4.5), um problema em forma de pergunta, seguida das questões para orientar a investigação, sendo que os momentos individual e coletivo estavam bem discriminados, conforme pode ser observado no Apêndice E.

Entrevistas Semiestruturadas

O roteiro de entrevistas semiestruturadas, disponível no Apêndice D, foi elaborado pelo pesquisador e consistia de 19 (dezenove) perguntas. Realizou-se um pré-teste com alguns licenciandos que participaram das três atividades iniciais da oficina, mas que não prosseguiram até as atividades finais, e cujos resultados não constam na análise deste estudo. O roteiro tinha dois blocos de perguntas: o primeiro bloco consistia de obter informações dos licenciandos em relação as atividades desenvolvidas durante a oficina, o segundo bloco abordava sobre aspectos do curso de licenciatura quanto ao uso de metodologias ativas. As perguntas finais do segundo bloco fazem menção a possibilidade das atividades experimentais investigativas contribuírem com o desenvolvimento de habilidades científicas.

As entrevistas foram realizadas após o término da oficina, assim, os participantes foram contactados pelo pesquisador, de modo que foi acordado os trâmites para a sua realização. Foram entrevistados 10 (dez) participantes que eram da Residência Pedagógica, e a exceção de um que era do PIBID (na Tabela 5.1 estão identificados por códigos). Inicialmente, o objetivo do pesquisador era entrevistar pelo menos dois estudantes de cursos distintos de cada grupo, mas não foi possível, em virtude de alguns estudantes não estarem disponíveis a serem entrevistados - entrevistou-se os que estavam disponíveis, e ao final pelo menos um estudante de cada grupo foi entrevistado.

A gravação em áudio das falas dos participantes durante as entrevistas ocorreu por meio de um aparelho *smartphone*. Os registros em áudios obtidos nas entrevistas foram

transcritos pelo pesquisador e analisados por meio da análise Textual Discursiva (ATD).

4.6.5 Descrição dos Encontros

Os encontros da oficina ocorreram no período de férias (julho/agosto de 2019), de modo a não prejudicar os licenciandos quanto a sua participação em outras atividades acadêmicas da universidade.

Tabela 4.1: Descrição dos temas de cada atividade da oficina, códigos das atividades, nível de investigação e o tempo de execução.

Encontro	Código	Nível	Tema	Tempo
1°	INV1	2	Como identificar uma reação química	4h
2°	INV2	2	Identificação de ácidos e bases	2h
2°	INV3	4	Relação entre a força resultante e direção do movimento do corpo	2h
3°	INV4	4	Calorimetria (Energia fornecida pelos alimentos)	4h
4°	INV5	4	Galvanização (Cobreação)	4h
5°/ 6°	INV6	4	Comportamento não ôhmico dos LEDs	8h
7°	INV7	4	Interferência de ondas de luz de laser	4h

A oficina foi composta de 7 (sete) encontros, com duração total de 28 (vinte e oito) horas, abordando conteúdos afins à Física e à Química – a Tabela 4.1 apresenta os níveis de abertura, os conteúdos trabalhados e o tempo de cada atividade. O 1° e o 2° encontro consistiram de atividades preparatórias, onde os participantes foram introduzidos na metodologia investigativa que seria abordada nos próximos encontros. Esses encontros não entram na análise desta dissertação. Os demais encontros, 3° ao 7°, tinham o propósito de investigar o desenvolvimento de habilidades científicas nos participantes. O nível de investigação adotado foi o 4 (quatro), onde é dado um problema e os estudantes são os responsáveis por

desenvolver a atividade experimental escolhendo os materiais, os procedimentos, a forma de coleta, a análise de dados e as conclusões, baseado na proposta de Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015). Na Atividade 6 (INV6) inicialmente foram dados os materiais e a descrição de alguns procedimentos propositalmente, cujo objetivo era introduzir os participantes em conhecimentos sobre os LEDs. A partir de então, a próxima etapa consistia em desenvolver uma investigação a partir de um problema, sendo portanto caracterizada também como uma investigação de nível 4.

Durante os encontros havia uma equipe responsável pela condução das oficinas composta pelo pesquisador, uma professora da IFES e um estudante de pós-graduação.

Havia também uma equipe de apoio constituída por um técnico de laboratório e um aluno de graduação, cuja missão era auxiliar a equipe de condução na organização do ambiente e preparo dos materiais que seriam utilizados nos experimentos.

4.6.6 Dinâmica dos Encontros da Oficina

A Figura 4.5 apresenta um desenho de como foi estruturada a oficina. Cada encontro teve duração de 4 horas, cuja dinâmica consistia em apresentar expositivamente (pela equipe de condução da oficina), com auxílio de *datashow*, conceitos importantes de um determinado conteúdo comum à Física e a Química, seguido de um problema contextualizado a ser resolvido experimentalmente. Os participantes foram instigados a elaborarem hipóteses para a solução do problema. Após a abordagem expositiva de conceitos importantes, era entregue o material próprio para registrar o desenvolvimento da atividade experimental, isto é, a folha de atividades, conforme mostrado no Apêndice E, na qual também constava a contextualização e o problema em forma de pergunta. A Figura 4.4 apresenta as questões presentes nas folhas de atividades que norteavam a escrita dos estudantes sobre os eventos concernentes à investigação proposta.

Em cada encontro havia uma bancada no laboratório com diversos materiais coerentes ou sugestivos em relação à atividade investigativa proposta, isto é, que poderiam ser ou não utilizados nos procedimentos experimentais, e os participantes tinham liberdade para

decidir quais utilizar. Foi disposto a eles um momento para observar e analisar quais materiais seriam pertinentes para desenvolver o seu experimento com base no problema dado e na hipótese elaborada por eles. Também foi confeccionado um *banner* e fixado em um local onde todos os participantes pudessem consultar e ter ciência das habilidades e rubricas nas quais estavam sendo avaliados.

ETAPA INDIVIDUAL/COLETIVA: PLANEJAMENTO

- a) Indique a hipótese que você testará no seu experimento.
- b) Baseado na sua hipótese, escreva uma breve descrição do procedimento experimental e materiais necessários.
- c) Faça uma previsão do resultado do experimento com base na hipótese e indique as suposições assumidas.

(Após cada participante fazer seu planejamento individual, eles se reuniam para discutir e decidir sobre a hipótese e o procedimento experimental adotado para realizar o teste)

ETAPA COLETIVA: REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

- d) Realize o experimento e registre os resultados de forma apropriada.

ETAPA COLETIVA: ANÁLISE DOS RESULTADOS

- e) Analise o resultado do experimento e verifique se está de acordo com a sua previsão.
- f) Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no item “a” responde ao problema dado?

Figura 4.4: Etapas das atividades experimentais

O primeiro momento da atividade investigativa era individual, no qual os participantes descreviam sua hipótese, a previsão e a proposta de um procedimento experimental e materiais para o teste da hipótese. Neste momento eles tinham liberdade para observar quais materiais estavam disponíveis, e assim poderiam ter uma ideia sobre quais utilizar no teste da hipótese.

Após a etapa individual os participantes se organizavam em grupo para discutir qual proposta desenvolver experimentalmente, e decidir quais materiais utilizar. Feito isso, realizavam o experimento e coletavam os dados.

A etapa final da atividade experimental consistia na análise e comunicação dos resultados. A comunicação ocorria por meio da escrita feita por cada participante dos grupos nas folhas de atividades e também por comunicação oral. Na comunicação oral cada participante tinha liberdade para se expressar e comunicar para todos os grupos os resultados obtidos na realização do seu experimento. A comunicação escrita consistiu no instrumento de coleta de dados que permitiram avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas nos licenciandos participantes.

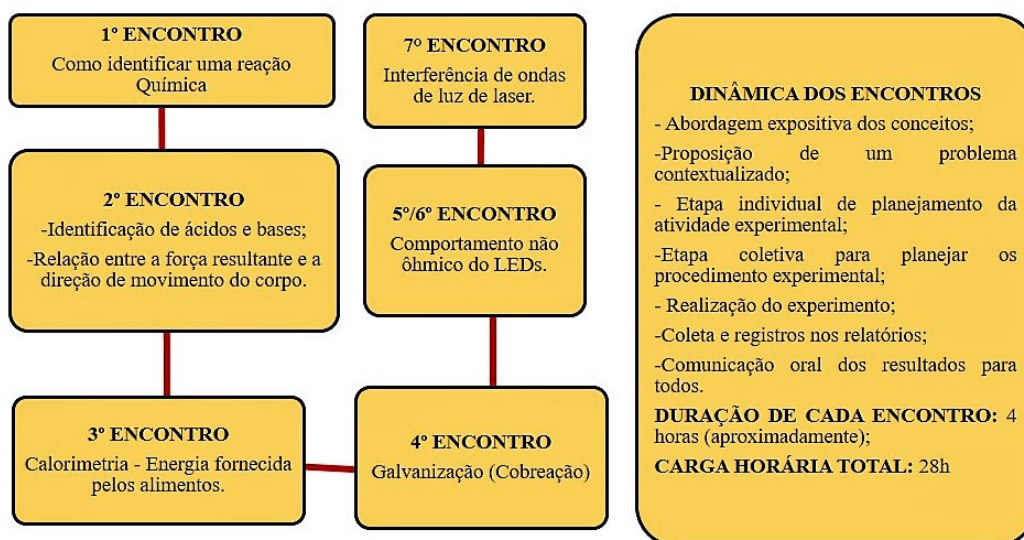


Figura 4.5: Estrutura da oficina e dinâmica dos encontros

Entre um encontro e outro já antecipava-se o problema para a próxima a atividade. Tal procedimento foi adotado com objetivo de proporcionar aos participantes um tempo maior para pensar sobre o problema.

Conforme mostrado na Tabela 5.1 foram formados 5 (cinco) grupos (G1, G2, G3, G4 e G5), tendo como critério um número balanceado de estudantes de Física e Química e deveriam permanecer os mesmos componentes até o último encontro. O grupo 2 permaneceu na oficina somente com três componentes em virtude de dois licenciandos participarem somente dos encontros preparatórios e não comparecerem nos avaliativos, deste modo a equipe decidiu continuar com os remanescentes. Vale ressaltar pelo fato de haver 11 participantes de Química e 09 de Física, o Grupo 4 (G4) ficou com mais estudantes de Química e também o único grupo com 05 membros. Nesta mesma Tabela estão discriminadas as informações sobre os cursos,

o período do curso, gênero, projeto que participava e o código do aluno.



Figura 4.6: Discentes envolvidos na etapa de planejamento de uma atividade experimental

4.7 Etapa 03: Análise dos Dados

As análises dos dados coletados ocorreu por meio das rubricas de avaliação, no caso das atividades escritas. As entrevistas foram transcritas e analisadas pela Análise Textual Discursiva. Quanto ao questionário inicial, os dados foram tabulados no Programa *Excel* e, posteriormente, foram feitos levantamentos estatísticos e as análises tratadas na Seção 5.1 por meio de tabela e gráfico.

4.7.1 Habilidades e sub-habilidades científicas analisadas na oficina

Neste estudo são avaliadas pelas rubricas adaptadas das pesquisas de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008), quatro habilidades científicas de investigação experimental e as sub-habilidades que podem ser desenvolvidas a partir delas: Habilidade de Projetar um experimento para testar uma hipótese (C) e suas sub-habilidades;

Habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese (D) e suas sub-habilidades; Habilidade de Coletar e analisar dados experimentais (G) e suas sub-habilidades; Habilidade de Comunicar ideias científicas (F) e suas sub-habilidades. A Tabela 4.2 apresenta estas habilidades com seus respectivos códigos, assim como as suas sub-habilidades, as quais já foram descritas na Subseção 2.3.2 (Quadros 2.3 a 2.6).

Tabela 4.2: Habilidades e sub-habilidades avaliadas neste estudo

Habilidade	Código	Sub-habilidades
Habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese	C	C1, C2, C4, C5, C6, C7, e C8
Habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese	D	D2 D3
Habilidade de coletar a analisar dados	G	G4 G5
Habilidade de comunicar ideias científicas	F	F1 F2

4.7.2 Rubricas de Avaliação

As atividades escritas nas investigações (INV4, INV5, INV6 e INV7) pelos participantes da oficina foram avaliadas por meio de rubricas de avaliação adaptadas das pesquisas de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008). Estas rubricas de avaliação estão descritas no Apêndice A, que se refere às habilidades científicas: Habilidade de Projetar um experimento para testar uma hipótese nos Quadros de A.1 a A.7, Habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese nos Quadros A.8 e A.9, Habilidade de coletar e analisar dados experimentais nos Quadros A.10 e A.11 e Habilidade de comunicar ideias científicas nos Quadros A.12 e A.13.

4.7.3 Análise Textual Discursiva (ATD)

A análise dos dados coletados nas entrevistas foi realizada pela Análise Textual Discursiva – que constitui uma forma de análise, no âmbito da pesquisa qualitativa, visando

a construir respostas a questionamentos propostos. Tais análises são feitas a partir de textos, transcrições de questionários, entrevistas, observações, entre outros.

A Análise Textual Discursiva é realizada em movimentos de desconstrução das informações escritas e o de reconstrução ou síntese, num exercício de hermenêutica. Na unitarização, fragmentam-se os textos para constituir-se um conjunto de unidades de sentido. Em sequência, agrupam-se as unidades de significado semelhantes, gradativamente, em categorias iniciais, intermediárias e finais. A Análise Textual Discursiva culmina na produção de metatextos (textos produzidos para descrever ou explicar outros textos), os quais exploram as categorias finais da pesquisa. Nesses metatextos são agregados pensamento de teóricos, que contribuem para dar consistência e rigor à investigação e para a construção de respostas ao problema (MORAES; GALIAZZI, 2016).

Nesse sentido, as entrevistas foram transcritas e foi feita uma leitura minuciosa dos textos. Nessa leitura obteve-se unidades de sentido (partes do texto fragmentadas), as quais foram reunidas por meio da apresentação de significados que tinham alguma relação. Após identificadas as unidades de significado, foram comparadas suas semelhanças, para que fossem agrupadas e, assim relacionadas aos principais motivos que os discentes participantes atribuíram à dificuldade em elaborar hipótese, motivos para elaborar boas hipóteses e as opiniões que se relacionam às principais contribuições das atividades experimentais investigativas para a formação de professores de ciências.

4.7.4 Descrição das Análises

As atividades escritas avaliadas são referentes às investigações INV4, INV5, INV6 e INV7 (Apêndice E). Os registros escritos de alguns estudantes estão transcritos em quadros para exemplificar o que foi considerado como avaliação: Ausente, Inadequada, Precisa Melhorar e Adequada. Outros exemplos são mostrados por meio de imagens do conteúdo escrito nas folhas de atividades.

A Tabela 4.3 mostra qual item das atividades escritas foi usado na análise do desenvolvimento de uma sub-habilidade. É possível observar nesta tabela que um item pode ser

avaliado por mais de uma sub-habilidade. A rubrica C3 foi incorporada à C4, portanto ela não aparece nas análises.

Tabela 4.3: Relação entre os itens das atividades escritas com as sub-habilidades

Atividade	a	b	c	d	e	f	g	h
INV4 e INV5	C1	C2/D2	C4	D3/F1	C5/C6	G4/G5	C7/C8 /F2	-
INV6	C1	C2/D2	C4	D3/F1	C5/C6	G4	G5	C7/C8/F2
INV7	-	D2/D3/F1	-	G4	G5/F2	-	-	-

Em relação as entrevistas pós oficina, utilizou-se trechos representativos das entrevistas de alguns estudantes que retratam como foram os processos de realização das atividades experimentais e suas análises. Estes trechos são analisados e categorizados por semelhança de significado entre todos os entrevistados.

A apresentação dos resultados em gráficos são de três formas: 1) Pelos grupos da atividade, neste caso observando a evolução das pontuações médias nas atividades avaliadas obtidas por cada participante de um grupo; 2) Geral, fazendo uma análise comparativa entre a quantidade de alunos com avaliação Ausente, Inadequada, Precisa Melhorar e Adequada entre as atividades realizadas na oficina; 3) Percentual de alunos com avaliações Ausente, Inadequada, Precisa Melhorar e Adequada, em cada habilidade investigada.

Os gráficos foram gerados a partir das avaliações das atividades escritas de cada participante, conforme o exemplo mostrado na Tabela 4.4. Neste exemplo é mostrado como foi feita a avaliação da habilidade de comunicar ideias científicas (F), por meio das sub-habilidades F1 e F2, nas quatro atividades para um participante. Este processo se aplica às demais habilidades (C, D e G). No gráfico percentual foi ainda somado a pontuação média obtida nas atividades (INV4 à INV6 para a habilidade C e incluindo a INV7 para as habilidades D,G e F) e gerando uma nova média. No exemplo em tela, temos $(1,0 + 1,0 + 1,5 + 1,5)/4 = 5/4 = 1,3$ - que representa Inadequada na habilidade F. Os valores médios foram categorizados como: 0 a 0,5 - Ausente; 0,6 a 1,4 - Inadequada; 1,5 a 2,4 - Precisa Melhorar; 2,5 a 3,0 - Adequada. Assim foi possível ter uma visão panorâmica dos resultados das atividades da oficina para as habilidades avaliadas.

Para ficar ainda mais claro e utilizando a Tabela 4.4, para avaliar a habilidade F,

Tabela 4.4: Exemplo de avaliação individual da habilidade de comunicar ideias científicas (F) para o G5Q17.

Rubrica	Pontuação			
	INV4	INV5	INV6	INV7
F1	1	1	1	1
F2	1	1	2	2
Média	1,0	1,0	1,5	1,5
Avaliação	Inadequada	Inadequada	Precisa Melhorar	Precisa Melhorar

foram analisadas a partes *b*, *d*, *e* e *g* das folhas de atividades (como mostrado na Tabela 4.3 das 4 Investigações INV4, INV5, INV6 e INV7). Desta maneira, um aluno em específico, no caso o G5Q17 exemplificado na Tabela 4.4, obteve os *scores* mostrados com as médias em cada investigação.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados sobre dados coletados por meio do questionário inicial, das atividades escritas referentes às avaliações das habilidades C, D, G e F, utilizando as rubricas para as sub-habilidades de C1 a C8; D2 e D3; G4 e G5 e F1 e F2, respectivamente, descritas no Apêndice A.

Capítulo 5

Resultados e Discussão

Este capítulo discorre sobre os resultados obtidos antes, durante e após a oficina experimental investigativa realizada no laboratório didático com Licenciandos dos cursos de Física e Química de uma IFES. Inicialmente é mostrado o perfil acadêmico dos participantes sobre sua participação em algum projeto de iniciação à docência, e quanto à sua participação em atividade experimental investigativa. Em seguida são analisadas as atividades escritas que expressam os experimentos investigativos realizados, as entrevistas semiestruturadas realizadas após a oficina.

5.1 Perfil dos Participantes

Neste estudo participaram efetivamente 20 (vinte) estudantes dos cursos de Licenciatura em Física e Química. Deste total, 11 (onze) eram discentes da Licenciatura em Química e 09 (nove) da Licenciatura em Física, dos quais 18 (dezoito) estavam integrados à Residência Pedagógica, 01 (um) ao PIBID da Física e 01 (um) aluno que não estava inserido em nenhum projeto, conforme o Quadro 5.1. Observa-se que os alunos, em sua grande maioria, estão no final de seus cursos ou do quarto período em diante. Isso indica que já finalizaram as disciplinas básicas. Existe também um equilíbrio no gênero dos participantes.

Por questões éticas, os participantes serão indicados nesta dissertação por códigos

com caracteres alfanuméricos: G = Grupos (total de cinco: G1, G2, G3, G4 e G5); F = Licenciatura em Física; Q = Licenciatura em Química; Números de 01 a 20 - discriminando cada um dos participantes. No Quadro 5.1 estão descritos os códigos associados aos vinte participantes por grupo e licenciatura.

Código	Grupo	Curso	Período	Gênero	Projeto
G1F01	G1	Física	7º	Feminino	RP
G1Q02	G1	Química	6º	Feminino	RP
G1F03	G1	Física	7º	Masculino	RP
G1Q04	G1	Química	6º	Masculino	RP
G2F05	G2	Física	9º	Masculino	RP
G2F06	G2	Física	4º	Masculino	–
G2Q07	G2	Química	7º	Feminino	RP
G3Q08	G3	Química	8º	Feminino	RP
G3Q09	G3	Química	8º	Feminino	RP
G3F10	G3	Física	9º	Masculino	RP
G3F11	G3	Física	9º	Feminino	RP
G3Q12	G3	Química	9º	Masculino	RP
G4F13	G4	Física	9º	Feminino	RP
G4Q14	G4	Química	9º	Feminino	RP
G4Q15	G4	Química	9º	Masculino	RP
G4Q16	G4	Química	10º	Feminino	RP
G5Q17	G5	Química	9º	Masculino	RP
G5F18	G5	Física	4º	Masculino	PB
G5Q19	G5	Química	10º	Masculino	RP
G5F20	G5	Física	9º	Masculino	RP

Quadro 5.1: Perfil dos participantes da oficina: código identificador, curso de Licenciatura e período semestral, gênero e projeto de docência na IFES, onde RP = Residência Pedagógica e PB = PIBID.

Foi aplicado um questionário inicial (Apêndice C) com o objetivo de conhecer melhor o perfil dos licenciandos. A Figura 5.1 retrata o percentual de discentes quanto a sua participação ou não participação em atividades com abordagem investigativa. Observa-se que 65% não tiveram contato com atividades práticas com a abordagem investigativa, seja no laboratório ou em outros contextos, enquanto 35% deles já participaram de alguma atividade prática investigativa, porém não especificamente em laboratório didático dos cursos. É importante ressaltar que o contato dos discentes com a abordagem investigativa ocorreu na universidade.

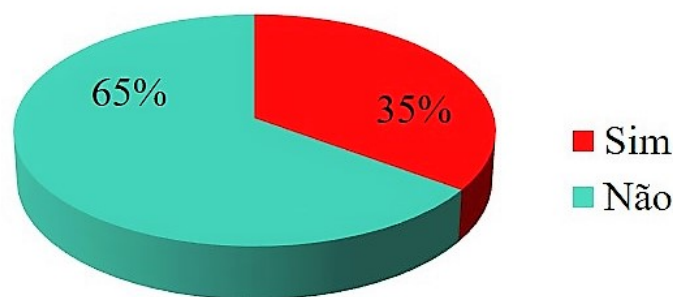


Figura 5.1: Participação dos discentes em atividades com abordagem investigativa.

Sobre os motivos da escolha em cursar Licenciatura (seja Física ou Química), as respostas apresentaram duas tendências: 42% assinalaram a opção “Gostar de Física ou Química” e 29% foram “Motivado por bons professores”. Esses dados mostram que a maioria dos licenciandos, de fato, está no curso por afinidade com o mesmo. É importante ressaltar que apenas 13% assinalaram a opção “Interesse em ser professor”, isso mostra que apesar da afinidade, apenas uma minoria ingressou na Licenciatura com o objetivo de se tornar professor após a conclusão do curso.

Dentre várias razões para os jovens não serem atraídos para o magistério da educação básica uma de grande impacto está relacionada à desvalorização da profissão. Não há um plano de carreira que valorize os docentes em função de seu desempenho e de seu esforço na formação continuada. Nos países que estão no topo da educação, esse cenário contrasta com o brasileiro, por exemplo, na Coreia do Sul, Cingapura e Finlândia, os jovens mais talentosos do Ensino Médio são fortemente atraídos para a carreira do magistério (ROITMAN; RAMOS, 2011).

Em relação aos aspectos que são considerados importantes desenvolver na formação inicial docente, os participantes assinalaram as quatro opções de forma equilibrada, sendo: 28% para “Conhecimento Pedagógico” e, também, para “Conhecimento Científico e Tecnológico”, 23% para “Desenvolvimento de Valores” e 21% para “Desenvolvimento de Habilidades Técnicas”. É possível observar que a maioria dos alunos assinalaram todas as alternativas, mas que as duas primeiras foram mais lembradas, evidenciando que os licenciandos valorizam igualmente os conhecimentos pedagógicos e os conhecimentos da disciplina científica.

Para a questão sobre as atividades experimentais, observa-se que: 33% consideram que tais atividades devem ser utilizadas como recurso pedagógico para conhecer a natureza da Ciência. Outros 28% concebem que é importante que o docente saiba desenvolver atividades práticas em sala de aula ou no laboratório. Observa-se também, que 18% compreendem a experimentação como um recurso útil para a aprendizagem de conceitos teóricos das ciências. Diante desses resultados infere-se que os licenciandos associam a figura do docente a um profissional com conhecimentos teóricos sobre a Ciência, com habilidade técnicas (21%) e com conhecimentos sobre a natureza da Ciência. A Tabela 5.1, a seguir apresenta os resultados descritos nos parágrafos anteriores.

Tabela 5.1: Escolha da Licenciatura e percepções sobre a formação inicial

Escolha da Licenciatura	%
Gostar de Química ou de Física	42
Motivado por bons professores	29
Interesse em aprender ser professor	13
Facilidade de encontrar emprego	6
Pouca concorrência no ingresso	3
Status da profissão	3
Outro	3
Na formação inicial docente	%
Obter conhecimentos científicos e tecnológicos	28
Obter conhecimento pedagógico	28
Desenvolver valores	23
Desenvolver habilidades técnicas	21
Sobre as atividades experimentais	%
Recurso pedagógico para conhecer a natureza da Ciência	33
Desenvolver atividades práticas em sala de aula ou no laboratório	28
Ter conhecimento teórico da Ciência	18
Saber métodos e técnicas de ensino e/ou laboratório	13
Ter subsídios para uma boa relação com os alunos	8

Esses resultados levantam a discussão sobre a formação do professor de ciências explorar pouco as atividades experimentais mediante uma abordagem investigativa, pois as mesmas tem potencial para fornecer aos licenciandos aportes teóricos e metodológicos mais

coerentes com o fazer ciência. É importante que os processos formativos abarquem aspectos que dialoguem com uma postura ativa do estudante na aprendizagem de conhecimentos e habilidades para operá-los nos diversos contextos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011; CARVALHO, 2013).

5.2 Habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese (C)

Dentre as habilidades científicas que podem ser desenvolvidas a partir de uma atividade experimental investigativa, uma de fundamental relevância é a capacidade de elaborar hipóteses. É imprescindível o papel da hipótese na perspectiva contemporânea da Ciência, pois ela desempenha um importante papel na construção do conhecimento científico. É ela que articula o diálogo entre teorias, observações e as experiências (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002).

Neste trabalho, a hipótese é o eixo que conduz a investigação, a partir de um problema dado durante cada encontro da oficina. A habilidade de projetar experimento para testar uma hipótese (C) pode desenvolver algumas sub-habilidades (C1 a C8, ver Quadro 2.3) que envolvem todo o processo de investigação, desde o planejamento até a análise dos resultados.

Nas subseções a seguir são apresentadas as análises das atividades escritas e das entrevistas. A sub-habilidade de propor uma hipótese testável (C1) será a mais exemplificada, devido a sua relevância nesta pesquisa.

5.2.1 Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade C

Para analisar o desenvolvimento da habilidade científica C e suas sub-habilidades (C1 a C8) foram utilizadas as rubricas descritas no Apêndice A, pelos Quadros de A.1 a A.7.

Os itens das folhas de atividades que se referem à essa habilidade são mostrados na Tabela 4.3.

Os Quadros 5.2, 5.3 e 5.4 apresentam uma amostragem das respostas de um participante de cada grupo, relacionadas à descrição de uma hipótese testável (C1) para as atividades INV4, INV5 e INV6, respectivamente, e suas avaliações baseadas na rubricas do Quadro A.1.

Aluno	Descrições de hipóteses da INV4	Avaliação
G1F01	Se uma caloria é necessária para aquecer em 1°C, 1 g de água, então ao aquecer um alimento, e o mesmo liberar calor para aquecer a água, é possível calcular a quantidade de calorias queimadas pelo alimento. O alimento que fornecer mais calor para a água será o que tem mais calorias.	Adequada
G2Q07	O alimento que mais fornecerá energia será aquele que cederá mais energia no instrumento utilizado que é o calorímetro, depois do alimento ser queimado.	Inadequada
G3F10	Alimentos que apresentam menores alterações de temperatura em relação à sua massa, fornecem mais energia.	Precisa Melhorar
G4Q14	Usar o calorímetro para verificar como ocorre a mudança de temperatura da água.	Inadequada
G5F20	Ao escolher os alimentos, vemos a massa, a temperatura e consultar a tabela de caloria, conseguimos a calorimetria, quanto energia fornece.	Inadequada

Quadro 5.2: Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese para medir as calorias dos alimentos, item *a* da INV4.

A Atividade 4 (INV4) abordou o conteúdo Calorimetria. O problema proposto foi: “Supondo que uma pessoa disponha dos seguintes alimentos: pão torrado, amendoim, nozes e castanha. Qual desses alimentos forneceria maior quantidade de energia?”. Nessa atividade foram expostos em uma bancada vários materiais e também alimentos, como pão, bolacha *cream cracker* e amendoim. Os participantes tinham liberdade para observar os alimentos e materiais disponíveis que se adequariam à descrição e ao teste experimental. Também foi sugerida a construção de um calorímetro caseiro, sendo disponibilizada uma caixa de leite líquido vazia e higienizada. Percebeu-se uma grande mobilização dos grupos para confeccionar o calorímetro e para realizar os demais procedimentos da atividade experimental.

Como podemos observar no Quadro 5.2 nos exemplos representativos das hipóteses “Inadequadas” nas três falas além de confundirem os conceitos não são apresentadas as

condições ou os condicionantes para que a investigação tenha êxito ou não. A avaliação “Precisa Melhorar”, apesar de incompleta ainda busca lançar uma situação a ser de fato testada. A “Adequada” contém todos os elementos de uma boa hipótese: utiliza o corpo teórico do tema (Calorimetria) para propor um caminho de teste empírico (“é possível calcular a quantidade de calorias queimadas pelo alimento”) e ainda uma condição para a verificação da hipótese (“O alimento que fornecer mais calor para a água será o que tem mais calorias”).

O tema de Galvanização foi contemplado na Atividade 5 (INV5), que consistia no seguinte problema: “Qual espessura de cobre galvanizado protege de fato um material metálico contra a corrosão”?

Para realizar o experimento da INV5 era necessário fonte de energia, solução de sulfato de cobre, cobre metálico, objetos metálicos, como: chaves, pregos, parafusos, moedas sem valor, além de outros materiais que propositalmente foram colocados para que os próprios discentes escolhessem aqueles que julgassem pertinentes para a atividade.

Aluno	Descrições de hipóteses da INV5	Avaliação
G1F01	O material a ser protegido com o cobre galvanizado, será protegido contra a corrosão se a quantidade de material utilizado como redutor e oxidante forem proporcionais. Se ao entrar em contato com um material corrosivo, o material continuar protegido significa que a espessura foi suficiente.	Adequada
G2Q07	A espessura é determinada pela potência, quanto maior, maior espessura.	Inadequada
G3F10	A espessura que oxidar mais rapidamente será mais eficiente na proteção contra a corrosão.	Inadequada
G4Q14	Por meio do processo de galvanização revestiremos o parafuso para em seguida colocar num ambiente que provoque a corrosão.	Precisa Melhorar
G5F20	De acordo com a pesquisa, vamos galvanizar algum material e ele ficará protegido contra a corrosão.	Inadequada

Quadro 5.3: Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese de proteção de um material metálico contra a corrosão, item *a* da INV5.

Diante do problema e dos materiais disponíveis que poderiam ser usados no experimento, os discentes descreviam suas hipóteses. De modo geral, alguns grupos tiveram dificuldade para realizar a montagem experimental, mas ao final todos conseguiram fazer a montagem e realizar a galvanização do objeto metálico escolhido. Embora eles tenham

realizado a galvanização, no entanto, a maioria deles não retomaram ao problema proposto na atividade.

Quando analisamos o Quadro 5.3 (referente à INV5), novamente são mostradas hipóteses que representam a maioria das respostas dos licenciandos. Mesmo após as discussões realizadas nas INV1 à INV4, muitos ainda não foram capazes de propor hipóteses melhores que “Inadequadas”: palavras desconexas, não apresentam as condições de teste, etc. Mesmo o G4F10 que havia proposto uma hipótese “Precisa Melhorar”, nesta investigação apresentou uma “Inadequada”.

A Atividade 6 (INV6) tinha como proposta encontrar explicações experimentais que evidenciassem se o LED era um dispositivo ôhmico ou não ôhmico. De modo análogo às outras atividades, vários materiais foram disponibilizados em uma bancada à parte para que os discentes escolhessem aqueles que estivessem coerentes com as descrições das suas hipóteses. Dentre os materiais disponíveis estavam: LEDs vermelhos e verdes, resistores, amperímetros, voltímetros, baterias de 3V, fonte variável de 36V, *jumps*, *protoboards* e “garrinhas jacaré”. Esta atividade foi considerada difícil pelos estudantes e em termos de tempo foi a mais demorada (8 horas - dois encontros). Nesta pesquisa o objetivo não era fazer comparações entre o desempenho de estudantes de Física e Química em relação às atividades desenvolvidas na oficina, porém na atividade INV6 percebeu-se que os estudantes de Química tiveram maior dificuldade que os estudantes de Física. As pesquisas de Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008) apresentam resultados que mostram a dependência entre o conhecimento específico e o desempenho dos estudantes em relação às habilidades cognitivas. Essas pesquisadoras relatam também que os próprios cientistas profissionais quando enfrentam tarefas fora da sua área de especialização apresentam redução em suas habilidades.

Como representado no Quadro 5.4, as hipóteses representaram a dificuldade da Investigação, as quais a grande maioria foram “Inadequadas”.

Diante dos resultados é perceptível que os alunos apresentam dificuldades na elaboração de hipóteses. Esse resultado está associado ao tempo e à compressão da abordagem investigativa. Assim, com o passar do tempo eles compreendem melhor a abordagem e desenvolvem as habilidades alvo das tarefas de investigação.

Aluno	Descrições de hipóteses da INV6	Avaliação
G1F01	Para verificar se o LED é um dispositivo ôhmico, utilizando uma bateria de 3V, a corrente e a voltagem no circuito será analisada através da variação da resistência através da adição de resistores. Como um dispositivo ôhmico deve conduzir igualmente em qualquer direção, o fato do LED ter polaridade, ele não conduz igualmente.	Adequada
G2Q07	Colocar os resistores em série, testar a corrente e amperagem em cada LED para colocar os dados num gráfico.	Inadequada
G3Q12	Precisa ter tensão e corrente para saber se o dispositivo é ôhmico ou não. Vamos ver se o gráfico que cruzamos os pontos será linear.	Precisa Melhorar
G4F13	Colocando os resistores em série no protoboard, e em seguida conectar os jumps em pontos diferentes até que ascenda no LED na segunda placa.	Inadequada
G5Q19	O LED absorverá uma quantidade de tensão e corrente já que entendo que seja ôhmico.	Inadequada

Quadro 5.4: Sub-habilidade C1 - Amostragem das respostas relacionadas à elaboração de hipótese para decidir se um LED é um componente ôhmico ou não, item *a* da INV6.

De maneira geral, os licenciandos foram muito parecidos na execução das atividades e infelizmente a maioria deles receberam a rubrica “Inadequada”. A seguir mostraremos algumas das respostas para as sub-habilidades C2 a C8 para apenas uma Investigação, a INV5, que representa bem o desempenho dos alunos na oficina.

Para avaliar a C2 foi analisada a parte *b*. No Quadro 5.5 abaixo são mostradas as principais respostas e as avaliações de alguns alunos.

As descrições dos discentes do Quadro 5.5 referentes à elaboração do projeto experimental, considerando o problema proposto e a hipótese são em geral muito genéricos. Observa-se que poucos atentam para o problema e para a hipótese. Os discentes G2Q07, G3F10, G5F20 intentam no seu projeto realizar a galvanização, mas não descrevem como responder ao problema proposto e tampouco testar a hipótese. O discente G1F01 apresenta descrição do experimento que testa a hipótese e tem grandes chances de responder ao problema proposto na atividade, obtendo avaliação “Adequada”, enquanto o G4Q14 atenta para a hipótese, mas não descreve claramente como responder ao problema proposto, deste modo apresenta avaliação “Precisa Melhorar”.

Aluno	Descrição de projeto experimental	Avaliação
G1F01	Será utilizado material metálico (parafuso), cobre, água, e sulfato de cobre dois para a galvanização. Em um bequer será feita a galvanização. O material metálico será pesado antes e depois do processo de galvanização e depois será submetido à substância água e sal para observar se houve corrosão ou não.	Adequada
G2Q07	Preparo de soluções de sulfato de cobre (II). O Cu ligado ao ânodo (+). E o metal a ser revestido ligado ao cátodo (-)	Inadequada
G3F10	- Sulfato de cobre; - Água; - Gerador; - Balança; - 3 tipos diferentes de cobre (forma e espessura); - Eletrodos Realizar o experimento galvanização.	Inadequada
G4Q14	Revestir o parafuso e testar em corrosão para saber o tempo e voltagem foram suficientes para suportar a corrosão em ácido.	Precisa Melhorar
G5F20	Colocaremos 2 materiais diferentes ligados em um becker, com líquido que servirá de condutor, o sulfato de cobre, e depois de um tempo, um material irá ceder elétrons ao outro.	Inadequada

Quadro 5.5: Sub-habilidade C2 - Amostragem das descrições de alguns discentes sobre projetar um experimento que testa a hipótese, item *b* da INV5

Para avaliar a C4 foi analisado a parte *c*. No Quadro 5.6 são mostradas as principais respostas e as avaliações de alguns alunos.

As descrições do Quadro 5.6 referentes à previsão dos discente G2Q07 e G3F10 são muito parecidas à descrição das suas hipóteses. Não há descrição de previsão para o primeiro, e o segundo apresenta escrita sem clareza, de modo que não se compreende a sua proposta. O discente G1F01 apresenta uma previsão clara e distinta da hipótese, descreve com clareza o resultado esperado do experimento projetado e apresenta suposições, assim obteve avaliação “Adequada”. Os discentes G4Q14 e G5F20 apresentam previsão referente à ocorrência do fenômeno, mas não atentam para as suposições, obtendo avaliação “Precisa Melhorar”.

Aluno	Descrição de previsão do resultado	Avaliação
G1F01	Supondo que a espessura do cobre no processo de galvanização seja suficiente para proteger o material metálico, o mesmo não será corroído pela substância onde for submergido. Supondo que as condições do ambiente não afetem o experimento.	Adequada
G2Q07	Dependendo da concentração da solução de sulfato de cobre e da potência do gerador.	Ausente
G3F10	Em um intervalo de tempo determinado, o cano médio de cobre receberá mais o material protegendo mais.	Inadequada
G4Q14	Após 3 minutos de galvanização o revestimento será suficiente para suportar a corrosão.	Precisa Melhorar
G5F20	Um material irá mudar a sua aparência, a moeda que escolhemos ficará de outra cor, mas a espessura tem que ficar evidente.	Precisa Melhorar

Quadro 5.6: Sub-habilidade C4 - Amostragem da descrição da previsão baseada na hipótese de alguns discentes, item *c* da INV5

Para avaliar a C5/C6 foi analisada a parte *e*. No Quadro 5.7 são mostradas as principais respostas e as avaliações de alguns alunos.

Aluno	Fatores que interferem no experimento e suposições	Avaliação
G1F01	Supondo que qualquer espessura seja suficiente para proteger o metal, o mesmo não reagirá ao teste com ácido clorídrico (HCl). E o experimento ocorra sem influências externas.	Precisa Melhorar
G2Q07	O cobre será depositado na moeda, chave, metal.	Ausente
G3F10	O cobre com espessura média oxidaria mais depressa galvanizando o material mais rápido.	Ausente
G4Q14	A quantidade de massa depositado no parafuso, o cobre será de 1g. Supondo que tudo ocorra sem qualquer interferência.	Inadequada
G5F20	Nossa previsão é que a moeda será coberta pelo cobre, em 3 minutos, e outra em 6 minutos, a de 6 minutos deverá ficar mais pesada. Consideramos que as condições ambientais e experimentais não afetem nos resultados.	Inadequada

Quadro 5.7: Sub-habilidades C5/C6 - Amostragem das descrições dos fatores que podem influenciar no experimento e a maneira como as suposições podem afetar as previsões, item *e* da INV5

As sub-habilidades C5/C6 tratadas no Quadro 5.7 foram as que os discentes tiveram grandes dificuldades para descrever. A maioria deles não identificam os fatores que podem influenciar no experimento e igualmente descrevem como as suposições podem afetar as pre-

visões dos resultados. Prevalece a avaliação “Ausente” e “Inadequada”. No entanto, o discente G1F01 apresenta nestas duas sub-habilidades avaliação “Precisa Melhorar”, pois considera o efeitos das suposições (Supondo que qualquer espessura seja suficiente para proteger o metal. E o experimento ocorra sem influências externas), isto é, imaginando um ambiente perfeito para chegar a um resultado ideal sem descrever o que possivelmente poderia interferir nos resultados do experimento.

Para avaliar a C7/C8 foi analisada a parte *g*. No Quadro 5.8 abaixo são mostradas as principais respostas e as avaliações de alguns alunos.

Aluno	Resultado e retomada da hipótese	Avaliação
G1F01	A hipótese foi suportada, pois a galvanização protegeu o material. Durante a galvanização foi possível notar que parte do cobre depositado no metal caiu no fundo do recipiente, restando apenas uma fina camada de cobre, a qual foi suficiente para o cobre não fosse corroído pelo ácido (HCl). Esta fina espessura pode ser medida através da massa inicial do metal $m_A=14,58$ e a massa final $m_B=14,63$, tendo como variação da massa, ou seja, cobre depositado $\text{Variação da massa} = 0,05$, isto é uma pequena variação, pequena espessura de cobre que foi suficiente para proteger o material.	Adequada
G2Q07	Não, porque não conseguimos determinar a espessura.	Inadequada
G3F10	Não, pois o experimento o cobre 3 apareceu em segundo lugar atrás do cobre 1 e em frente ao cobre 2.	Ausente
G4Q14	Nossos resultados não responderam ao problema, não determinamos a espessura de cobre suficiente para evitar a corrosão do material galvanizado. Mas em partes, pois ocorreram algumas diferenças sobre a tensão certa e o tempo para a galvanização.	Precisa Melhorar
G5F20	Sim e não, houve o transporte do cobre ao material metálico, mas não segurou e não foi possível ver a espessura.	Inadequada

Quadro 5.8: Sub-habilidades C7/C8 - Amostragem dos resultados considerando a previsão, a descrição da análise e retomada da hipótese, item *g* da INV5

O conteúdo do Quadro 5.8 que se refere as sub-habilidades C7/C8 mostra que os

discentes também apresentaram dificuldades em descrever se a previsão e o resultado do experimento estavam em concordância ou não (C7), assim como fazer a análise e retomar a hipótese inicialmente descrita (C8). No geral as respostas eram muito vagas e prevaleceu a avaliação “Inadequada” e também algumas “Ausente”. Há discentes que foram avaliados em “Precisa Melhorar” como o G4Q14, que embora não tenha apresentado resultado plausível tenta justificá-los, mas não faz alusão à hipótese e a previsão. Já o discente G1F01 considera na sua escrita elementos que evidenciam a retomada da hipótese da previsão. Os resultados apresentam ainda cálculos (mesmo que não sejam plausíveis) para determinar a espessura de cobre galvanizado, isto é, considerando o problema que motivou a investigação. Assim obteve avaliação “Adequada”.

Assim, depois de evidenciar as respostas gerais dos licenciandos em cada uma das sub-habilidades C, a Figura 5.2 mostra a quantidade média de alunos avaliados pelas rubricas na habilidade C e nas suas sub-habilidades, nas três atividades investigativas (INV4, INV5 e INV6). A referida Figura mostra indícios que os participantes da oficina, de modo geral, apresentaram muitas dificuldades para descrever hipótese testável e de igual modo em conduzir a atividade experimental por meio da hipótese.

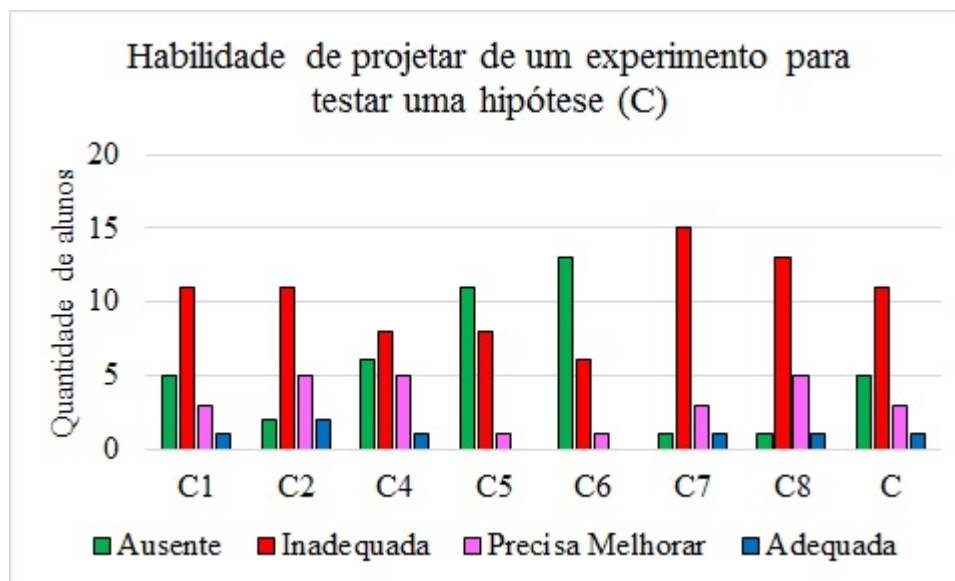


Figura 5.2: Quantitativo médio de discentes, por atividades investigativas, para as rubricas na habilidade C e suas sub-habilidades.

Os dados da Figura 5.2 mostram que a sub-habilidade C1 (capacidade de descrever

hipótese testável) foi considerada difícil pelos participantes. Observa-se que mais da metade deles tiveram avaliação “Inadequada” nesta sub-habilidade. Este resultado é um dos grandes responsáveis pela avaliação da habilidade C como “Inadequada” para os participantes. A sub-habilidade C2 (capacidade de projetar um experimento que testa a hipótese) mostra que os estudantes tem dificuldades de conectar a hipótese com os procedimentos da atividade experimental, o que pode estar associado ao modo como eles estão acostumados a realizar experimentos com roteiros já elaborados e que não partem de um problema. Quanto à sub-habilidade C4 (capacidade de fazer uma previsão baseada na hipótese) percebeu-se que os estudantes confundem previsão com hipótese e vice-versa. As pesquisas de Etkina et al. (2006) mostram que fazer previsões dos resultados do experimento com base em uma hipótese consiste em tarefa difícil, principalmente, quando não se tem familiaridade com atividades experimentais que exploram este aspecto. Ainda ressalta que a própria literatura científica, frequentemente, não faz distinção entre hipótese e previsão. Em relação as sub-habilidades C5 (capacidade de identificar fatores que influenciam no experimento) e C6 (capacidade de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar as previsões) foram as que tiveram maior quantidade de alunos com avaliação “Ausente”. Percebe-se que mais da metade deles não demonstraram indícios de avaliar as incertezas experimentais e/ou o efeito das suposições nas atividades avaliadas. Quanto às sub-habilidades C7 (capacidade de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam) e C8 (capacidade de fazer a análise e retomar a hipótese inicial) observa-se que a maioria dos discentes obtiveram avaliação “Inadequada” evidenciando que não faziam a análise do resultado do experimento fazendo conexão com a previsão e nem discutiam esses resultados considerando a hipótese inicialmente descrita.

As sub-habilidades que merecem bastante atenção nestes resultados da Figura 5.2 são a C1 e C8. A descrição de hipótese testável (C1) foi algo desafiador para os discentes, embora eles já tivessem participado das disciplinas básicas de laboratório em seus cursos. Estes resultados dão a entender que as disciplinas de laboratório com a abordagem tradicional não desenvolvem estas habilidades, portanto, as práticas de laboratório com esta vertente não garantem que eles terão domínio na elaboração de hipóteses.

Quanto a retomada da hipótese para explicar os resultados (C8) suas respostas eram curtas e do tipo “sim” e “não”, quase não existindo preocupação em apresentar argumentos mais profundos que justificassem os seus resultados considerando a sua hipótese inicialmente descrita, embora pelo menos um estudante tenha atendido a esses critérios.

Agora, mudando de ponto de vista e analisando o desenvolvimento de cada integrante dos grupos ao longo das investigações, mostramos na Figura 5.3 a pontuação média dos participantes após avaliação, por grupo, em cada atividade investigativa na habilidade C, obtida a partir da média da pontuação em cada sub-habilidade (exemplo da Tabela 4.4). O sexto quadro da figura representa o histograma das avaliações que cada estudante recebeu na habilidade C como atividade obtida a partir das atividades escritas.

Por exemplo, no Grupo 1 observa-se que o aluno F01 na INV4 teve avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação 2,4) e nas INV5 e INV6 passou a ter avaliação “Adequada” (pontuação 2,7 a 3,0), dando indícios que houve desenvolvimento nesta habilidade. O aluno F03 nas INV4 e INV5 teve avaliação “Inadequada” (pontuação 1,0) e na atividade final, INV6 teve avaliação “Adequada” (pontuação 2,6), apresentando indícios que houve um desenvolvimento desta habilidade no aluno. Os outros membros do Grupo 1, Q02 e Q04 não apresentaram indícios de desenvolvimento na habilidade C. Os valores das suas pontuações oscilam entre avaliação “Ausente” e “Inadequada” nas três atividades avaliadas. É interessante notar que neste Grupo 1, que tem o integrante com melhores avaliações em todas as Habilidades (como mostraremos nos sub-capítulos a seguir) não influenciou a melhora do desempenho do restante do grupo.

No gráfico do Grupo 5 observa-se que o aluno F20 apresenta avaliação “Inadequada” (pontuação 1,0) na INV4 e INV5 tem um aumento até chegar à avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação entre 1,7), esse dado evidencia que o estudante teve um desenvolvimento da habilidade C durante as atividades avaliadas. Quanto aos demais componentes do grupo (Q17, F18 e Q19) não se percebe que houve desenvolvimento, os valores oscilam entre a avaliação “Precisa Melhorar”, “Inadequada” e “Ausente”. Nos gráficos que representam os Grupos 2, 3 e 4, as pontuações entre INV4 e INV6 são oscilantes, mas de um modo geral prevalece a avaliação “Inadequada”.

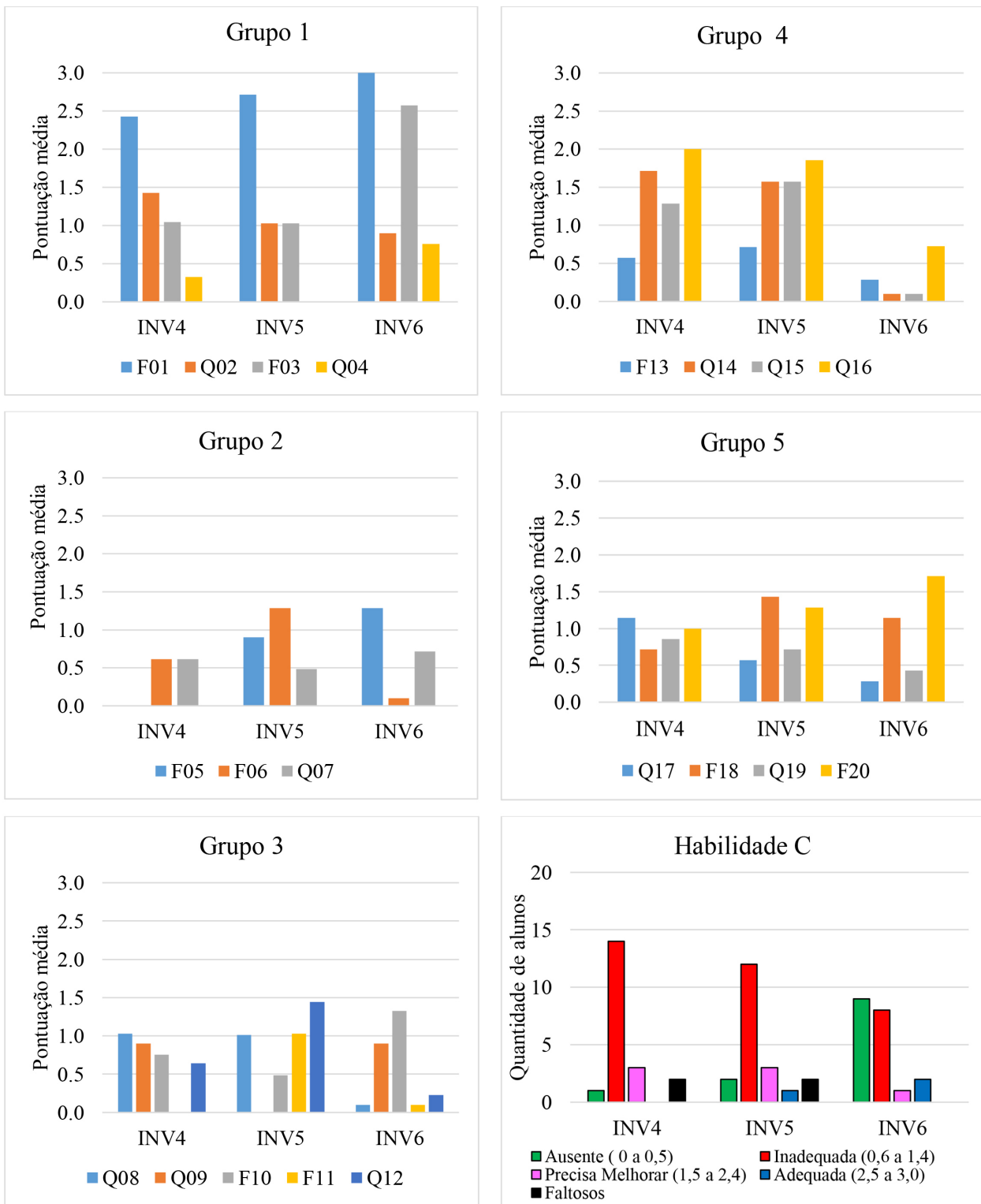


Figura 5.3: Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade C (Gráfico 6).

Outro aspecto interessante é notar que as investigações dispusessem um peso maior de conteúdos da Química ou da Física, pois assim foi possível observar uma ligeira diferença entre os desempenhos dos estudantes de cada curso. Nas A INV6 tinha o tema de LED's e efeito ôhmico, o que talvez explique nos Grupos 2 e 5, por exemplo, um melhor desempenho dos F05 e F20, por exemplo. A INV5 trata de eletrodeposição de Cobre, assunto bastante estudado em Eletroquímica e Físico-Química nos cursos de Química, ou mesmo na INV4 de Calorimetria de alimentos, os discentes da Química apresentaram ligeiro desempenho melhor que os do curso de Física. Entretanto essa tendência não é tão significativa quando analisamos as médias gerais.

No quadro 6 da Figura 5.3, que relaciona o quantitativo de alunos com avaliação “Ausente”; “Inadequada”; “Precisa Melhorar” e “Adequada” em cada atividade, percebe-se que houve uma redução mínima nas atividades entre INV4 e INV6, entre os alunos com avaliação “Inadequada” (de 14 para 8), e nas atividades finais há dois alunos com avaliação “Adequada”. No geral, observa-se que a avaliação “Inadequada” prevaleceu em grande parte dos alunos e que ocorreu a avaliação “Ausente” nas três atividades analisadas.

Os resultados obtidos mostram que as atividades experimentais realizadas na oficina propiciaram o desenvolvimento da habilidade C apenas em alguns estudantes.

Percebeu-se que a proposição de um problema em forma de pergunta foi fator decisivo para os estudantes se engajarem na busca de uma solução. Esta postura deles concorda com as ideias de Bachelard (1996) sobre o conhecimento se originar a partir de uma pergunta. Bastos (2017), também apresenta um estudo no qual argumenta que a existência de um problema é a propulsão à busca de soluções, e isto implica em que o ser humano desenvolva habilidades e estratégias para a sua resolução.

Nesta etapa da investigação ficou evidenciado que os estudantes se envolveram na atividade elaborando possíveis respostas para o problema. Estas respostas se caracterizam como hipóteses que são postas à prova para ver se confirmam ou são rejeitadas pela experiência. Estas práticas aludem ao modo como se constrói conhecimento científico, e pedagogicamente ilustra como a Ciência progride, mas para que isso ocorra é necessário ter consciência de um problema e encontrar uma solução (DELVAL, 2010).

A ideia de Bachelard (1996) sobre a gênese do conhecimento partir de uma pergunta fez todo sentido nesta prática experimental investigativa. Percebeu-se que os estudantes foram ativos na resolução das tarefas, e desenvolveram a curiosidade, discutiram sobre o problema. Toda essa conjuntura pareceu ser favorável ao desenvolvimento do espírito científico, e também da habilidade de elaborar hipóteses. Apesar das dificuldades enfrentadas na realização das tarefas, é mediante situações desafiadoras que os estudantes tem possibilidades de desenvolver tais habilidades.

5.2.2 Principais dificuldades dos licenciandos em elaborar hipóteses

Os resultados da seção anterior mostraram que os licenciandos participantes da oficina tiveram dificuldades em elaborar hipóteses, visto que, uma das perguntas da entrevista fazia alusão a este aspecto. Esta aqui descrita: “Você achou difícil elaborar hipótese?” (P04). Foi unânime a resposta que elaborar hipótese é difícil. As respostas a esta pergunta foram analisadas e os principais trechos foram reunidos por semelhança de significado e estão apresentados no Quadro 5.9. Partindo dessas falas, foram encontrados quatro principais motivos, subcategorias, que aludem às dificuldades de elaborar hipótese: Exige conhecimentos de outras áreas; É desafiador; Exige pensar cientificamente; e Demanda mais tempo para pensar.

Aluno	Unidade de significado	Categoria
G1F01	É um pouco complicado (...) E foi meio difícil na parte da química, até na parte da física a gente encontrou algumas dificuldades, porque a gente já vem com conhecimento fragmentado.	Exige conhecimentos de outras áreas
G3F10	Achei, achei é difícil (...) Então hipótese não é muito fácil elaborar, mas foi um desafio, foi um desafio!	É desafiador
G2Q07	Ah, é bastante difícil mesmo, ainda mais quando a gente não é acostumado, pensar somente no senso comum, é bem difícil quando vai elaborar cientificamente.	Exige pensar cientificamente.
G3Q12	Eu achei. Eu achei difícil porque eu penso muito devagar (...) Então para eu elaborar uma boa hipótese eu teria que levar no mínimo um ou dois dias pensando, estudando mais sobre o assunto, aí fazer uma hipótese, sei lá, em meia hora, eu ficava assim pensando, meu Deus eu não vou conseguir sair daqui.	Demanda mais tempo para pensar

Quadro 5.9: Unidades de Significado representativas das principais dificuldades em elaborar hipótese.

Foi perguntado também para os entrevistados sobre o que era necessário para elaborar boas hipóteses (P04.1). Os trechos das entrevistas, Quadro 5.10, da mesma forma foram reunidos por semelhanças de significados e as análises foram feitas baseadas nesse critério. Encontrou-se, novamente, quatro motivos: Conhecimento Teórico; Uma boa problemática; Novidade da Metodologia; e Conhecimento prévio, ou ainda, a falta dele.

As análises das entrevistas concordam com os referenciais do Ensino de Ciências que tecem argumentos que as atividades com enfoque na Metodologia Investigativa partam de situações problemas que estimulem e instiguem o estudante a pensar e a buscar meios de resolvê-la. Portanto, os estudantes envolvidos neste tipo de atividade já devem dispor de conhecimentos teóricos, ou prévios sobre o assunto, de modo que possam engajar-se mentalmente na tarefa (CARVALHO, 2013; KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Aluno	Unidade de significado	Análise
G1F01	(...) embasamento teórico pra criar hipóteses que sejam corretas.	Conhecimento Teórico
G1Q04	Acredito que uma boa problemática (...)	Uma boa problemática
G4Q15	(...) primeiramente calmo, e requer um esforço bem maior do que quando a gente pega tudo pronto.	Novidade da Metodologia
G4Q16	(...) conhecimento prévio, é bem necessário e os fundamentos, você ter fundamento para elaborar uma hipótese, e não ideias avulsas, aleatórias.	Conhecimento prévio

Quadro 5.10: Unidades de Significado representativas sobre os aspectos considerados necessários para elaborar boas hipóteses.

Os licenciandos mencionaram que para elaborar boas hipóteses é necessário ter uma problemática clara e que estimule a investigação, estar mentalmente equilibrado para realizar uma atividade que exige esforço e concentração e ter conhecimentos prévios sobre o assunto (que necessariamente não se configura como o teórico, mas sim a uma noção ou ideia sobre o que se trata).

As falas dos estudantes e os resultados referente a habilidade C evidenciam também que a falta de domínio de conteúdo específico é um fator que contribuiu para as dificuldades na elaboração de hipóteses. Elaborar hipótese requer criatividade e mobilização de conhecimentos (FREIRE, 2011).

5.2.3 Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade C

A Figura 5.4 apresenta um gráfico percentual (em pizza) dos participantes que tiveram avaliação “Ausente”, “Inadequada”, “Precisa Melhorar” e “Adequada” referente à Habilidade C. Conforme observado, a avaliação “Inadequada” ocorreu na maioria dos participantes (56%), seguida de “Ausente” (20%), “Precisa Melhorar” (12%) e “Adequada” (5%) para a habilidade científica C. Este gráfico foi gerado por meio da soma da quantidade de discentes com as respectivas avaliações “Ausente”, “Inadequada”, “Precisa Melhorar” e “Adequada” nas três atividades avaliadas, em seguida foi dividido pela quantidade das atividades (ver gráfico 6 da Habilidade C, na Fig. 5.3). Por exemplo, para a avaliação “Inadequada” observa-se que nas INV4, INV5 e INV6 respectivamente têm o quantitativo de: $14 + 12 + 8 = 34/3 = 11,3$ que representa o percentual de discentes com esta avaliação na oficina.

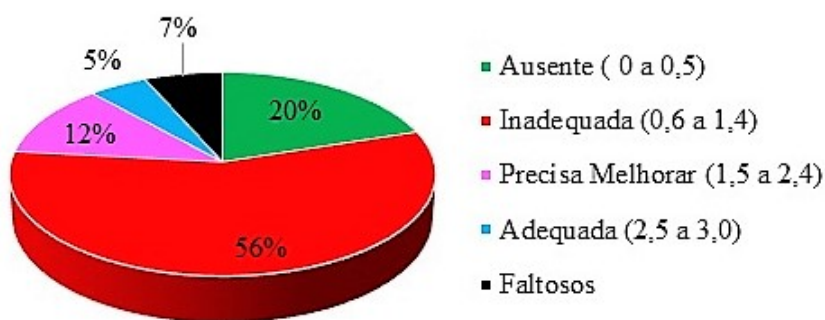


Figura 5.4: Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade C na oficina.

Estes resultados apontam que é necessário investir em atividades experimentais no ensino, que estejam mais alinhadas ao fazer ciência, abrindo possibilidades para desenvolver habilidades que perpassam o domínio de técnicas e manipulação de materiais.

Elaborar hipótese não é uma tarefa trivial, pois exige grande esforço do estudante quanto à capacidade de criar, assim como um embasamento teórico e espírito crítico (PRAIA; CACHAPUZ; GIL-PÉREZ, 2002). Os estudos de Suart e Marcondes (2008) e Suart e Marcondes (2009) apresentam resultados condizentes que as atividades experimentais investigativas foram favoráveis a manifestar habilidades cognitivas de alta ordem, como a elaboração de

hipótese em alunos de Ensino Médio, embora alguns tenham apresentado dificuldades para expressar suas ideias na forma escrita. Estes resultados mencionados nestas pesquisas podem ser comparados com os obtidos neste estudo para a habilidade C, apesar dos participantes serem estudantes universitários. Percebeu-se que a maioria dos discentes apresentaram dificuldades para elaborar hipótese, assim como desenvolver a habilidade C, ainda que alguns tenham apresentado indícios favoráveis ao desenvolvimento desta habilidade. Estes dados evidenciam a importância das atividades experimentais investigativas para desenvolver habilidades do próprio fazer científico e suas práticas basilares como: a criação, a validação e incorporação de conhecimentos – que estão vinculados à elaboração de hipóteses, aos testes de hipóteses e o processo de socialização e registro de conhecimento científico.

5.3 Habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese (D)

A habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese (D) foi avaliada a partir das rubricas da sub-habilidade D2 (Quadro A.8), a qual se refere a descrição de um procedimento experimental que resolva o problema, e da sub-habilidade D3 (Quadro A.9), que se relaciona ao modo como o procedimento descreve o uso de materiais e de equipamentos disponíveis para realização dos experimentos. Conforme descrito na Tabela 4.3, as sub-habilidades D2 e D3 foram avaliadas pelos itens *b* e *d*, respectivamente, das folhas de atividades de INV4, INV5 e INV6 e pelo item *b* para INV7.

5.3.1 Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade D

Os Quadros 5.11, 5.12 e 5.13 descrevem os procedimentos experimentais das INV4, INV5 e INV6 de um participante de cada grupo.

Aluno	Descrição de Procedimento Experimental	Avaliação
G1F01	Aquecer o alimento, esquentar a água a partir calor fornecido pelo alimento, conhecendo a massa de água utilizada e do alimento poderemos calcular a quantidade de calor fornecido pelo alimento. Materiais: Balança, termômetro, calorímetro, água, alimento, vela, suporte para os alimentos.	Precisa Melhorar
G2Q07	Aquecer o alimento no tubo de ensaio; Utilizar o calorímetro, medir a temperatura inicial; Depois com o alimento aquecido colocar o tubo dentro do calorímetro; Observar a variação de temperatura até estabilizar e calcular a quantidade de calor.	Inadequada
G3F10	Colocar 3mL de água na proveta. Na parte superior do calorímetro, fixar a proveta mais o termômetro. Coloque o material a ser analisado em combustão.	Inadequada
G4Q14	Será montado um calorímetro de caixa de leite, em seguida será colocado água nos tubos de ensaio, verificando a temperatura inicial, depois será usado os alimentos como chama para esquentar a água no tubo.	Precisa Melhorar
G5F20	Preparar a caixa de leite com duas aberturas, verificar a variação de temperatura, calcular a energia de cada alimento.	Inadequada

Quadro 5.11: Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental de Calorimetria (INV4).

Aluno	Descrição de Procedimento Experimental	Avaliação
G1F01	Materiais: 02 parafusos, 01 béquer, fios e garras, fonte, 02 tubos de ensaio. Antes do experimento o material metálico foi colocado na balança, e após foi feito o processo de galvanização imergindo o metal e o cobre ligado em uma fonte a uma solução de sulfato de cobre. Após a galvanização o material metálico foi submergido em ácido clorídrico para ver se o mesmo reagiria à substância em comparação material não galvanizado.	Adequada
G2Q07	Conectar o cabo nos materiais, colocar os materiais na solução (água e sal) e ligar o gerador.	Inadequada
G3F10	Foi colocado três objetos e espessuras diferentes de cobre em meio a solução aquosa de sulfato de cobre ligada aos eletrodos em uma voltagem de 2,5 V e uma corrente de 0,4A.	Inadequada
G4Q14	Pesamos o tubo de cobre e o parafuso, preparamos a solução de cobre. E começamos o processo de galvanização com o uso da fonte. Quando o parafuso galvanizou testamos a corrosão inicialmente com ácido diluído e, em seguida, com ácido concentrado.	Precisa Melhorar
G5F20	1) Misturar água com sulfato de cobre 200mL; 2) Conectar o polo + no cobre e polo - na moeda; 3) Tensão de 9V; 4) Deixar o experimento por 3 minutos.	Inadequada

Quadro 5.12: Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental de Galvanização (INV5).

Aluno	Descrição de Procedimento Experimental	Avaliação
G1F01	Materiais: Protoboards, 8 resistores, 2 LEDs, 2 multímetros, garras, fios, bateria 3V. Foram utilizados os resistores em série, porém os resultados obtidos não foram eficazes, pois não foi possível diminuir o valor da tensão. Por isso foi utilizado o primeiro resistor em paralelo como divisor de tensão, então foi possível medir a corrente para baixas tensões.	Adequada
G2Q07	Materiais: Multímetro, jumps, 8 resistores, 2 LEDs, protoboard, bateria 3V, montar dois circuitos. Montamos o circuito com 8 resistores em série, coletamos a voltagem e a corrente.	Inadequada
G3F10	Protoboard, jump, amperímetro (multímetro), bateria (fonte), LED, montar dois circuitos e observar a relação $V = R.i$ através do gráfico gerado.	Precisa Melhorar
G4F13	8 resistores, 2 LEDs (vermelho e verde), protoboard, multímetro e voltímetro, 1 bateria de 3 V. Conectando os 8 resistores em série a seguir sair alterando de resistor para resistor e fazer a comparação.	Precisa Melhorar
G5F20	Usaremos o protoboard com a fonte não variável, iniciando o circuito com 1 resistor e 1 LED. Então mede-se a tensão e a corrente, depois adicionaremos 1 resistor por vez e repete a operação de medição de tensão e corrente.	Inadequada

Quadro 5.13: Amostragem das respostas quanto ao procedimento experimental do comportamento não ôhmico dos LEDs (INV6).

A avaliação “Inadequada” para os alunos foi atribuída devido o procedimento ter poucas chances de resolver o problema e não descrever os materiais necessários. A avaliação Precisa Melhorar foi atribuída em virtude do procedimento não estar detalhado, mostrando como seria possível resolver o problema proposto (rubrica da sub-habilidade D2) e os usos de materiais e equipamentos escolhidos não terem sido detalhados (rubrica da sub-habilidade D3). As avaliações Adequadas nas INV5 e INV6 foram feitas considerando que o procedimento experimental descrito tinha grandes chances de resolver o problema proposto e o uso de materiais e equipamentos estavam descritos detalhadamente.

Analisando os Quadros 5.11, 5.12 e 5.13, podemos escolher dois alunos para evidenciar o processo de avaliação das sub-habilidades. O discente G1F1 obteve “Adequada” em duas investigações e “Precisa Melhorar” em uma. Por outro lado, o G3F10, obteve duas “Inadequada” e uma “Precisa Melhorar”. Quando comparamos esses dois casos em particular, podemos notar, por exemplo, a quantidade de detalhes na descrição do Procedimento, o que é bem maior para o primeiro que para o segundo. Outro aspecto fundamental é viabilidade

do experimento, na INV4 o descreve “Na parte superior do calorímetro, fixar a proveta mais o termômetro” parecendo que colocaram a proveta para aquecer, o que seria um erro enorme procedimental.

A Figura 5.5 representa um recorte do procedimento experimental da INV7 do participante G1F03. O procedimento experimental não foi descrito em um quadro como nas demais atividades, para melhor expressá-lo, e compreendê-lo optou-se por mostrar as imagens das folhas de atividades. No exemplo, a avaliação atribuída foi “Precisa Melhorar” concernentes às sub-habilidade D2 e D3. Observa-se que há descrição dos materiais necessários e a representação de um desenho experimental, no entanto o discente não descreve os detalhes de como proceder para obter os dados que serão analisados. Note que observando somente o desenho experimental não se compreende facilmente a proposta do discente elaborada consensualmente com o seu grupo. Este desenho representa de maneira geral a maioria dos desenhos do procedimentos dos alunos.

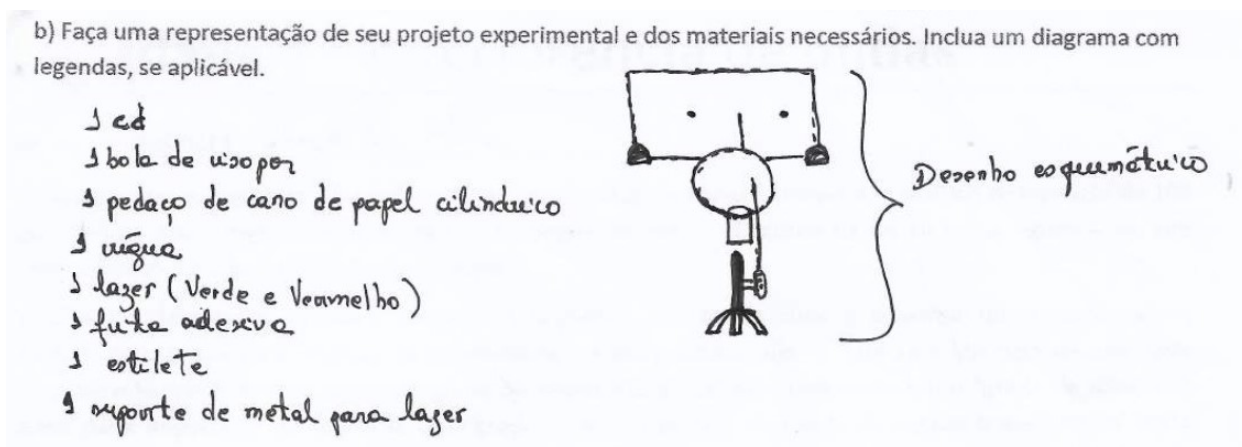


Figura 5.5: Procedimento Experimental, com avaliação Precisa Melhorar nas sub-habilidades D2 e D3, do aluno G1F03 na INV7.

A Figura 5.6 mostra a avaliação dos discentes por participante de cada grupo, em cada investigação, para a habilidade científica D e o último gráfico (quadro 6) mostra o desenvolvimento da habilidade D na oficina de todos os participantes.

Observa-se na Figura 5.6, Grupo 1, que há alunos que apresentam indícios de de-

envolvimento da habilidade D. Por exemplo, o aluno F01 inicia com avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação 2,0) e vai aumentando, até obter avaliação “Adequada” (pontuação 3,0) na última atividade. O aluno Q04 inicia com avaliação “Ausente”, depois tem avaliação “Inadequada” e na última atividade apresenta avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação 2,0). O aluno F03 se mantém com avaliação “Precisa Melhorar”, com exceção da INV6 que apresenta avaliação “Adequada”, já o aluno Q02 mantém a avaliação “Precisa Melhorar” nas quatro atividades.

No Grupo 3 observa-se que na INV4, todos estão com pontuação 1 (avaliação Inadequada), na INV5 alguns a mantém, porém na INV7, observa-se que dois alunos, F10 e Q12 apresentam aumento entre as atividades até obter avaliação “Adequada” (pontuação entre 2,5 e 3,0). Esse leve aumento nas pontuações são indicativo que houve evolução no desenvolvimento da habilidade entre as atividades inicial e final para estes alunos. Quanto aos demais integrantes do grupo, Q8, Q9 e F11 apresentam variações nas pontuações que não permitem obter indícios de que houve desenvolvimento entre uma atividade e outra.

Observa-se que nos Grupos 2, 4 e 5 da Figura 5.6 também há alguns alunos que apresentam indícios do desenvolvimento da habilidade nas quatro atividades avaliadas, outros tem pontuações que oscilam e não permitem perceber se houve indícios do desenvolvimento desta habilidade nas tarefas realizadas.

No quadro 6 Figura 5.6 é possível perceber que há redução na quantidade de alunos com avaliação “Inadequada” nas quatro atividades (de 7 para 3) e o surgimento da avaliação “Adequada”, pois inicialmente não há evidência desta avaliação, e a partir da INV5 aparece 1 (um) aluno e na última atividade este número aumenta para 10 (dez). A quantidade de alunos com avaliação “Ausente” aparece na INV4 e na INV6, respectivamente 2 (dois) e 5 (cinco). A avaliação “Precisa Melhorar” oscila entre 5 (cinco) e 17 (dezesete) nas quatro atividades analisadas.

Por meio dos gráficos da Figura 5.6 é possível observar indícios que as atividades experimentais investigativas realizadas na oficina apresentam grandes chances de desenvolver a habilidade científica D nos estudantes, embora não se perceba o desenvolvimento em todos os alunos sujeitos às mesmas atividades.

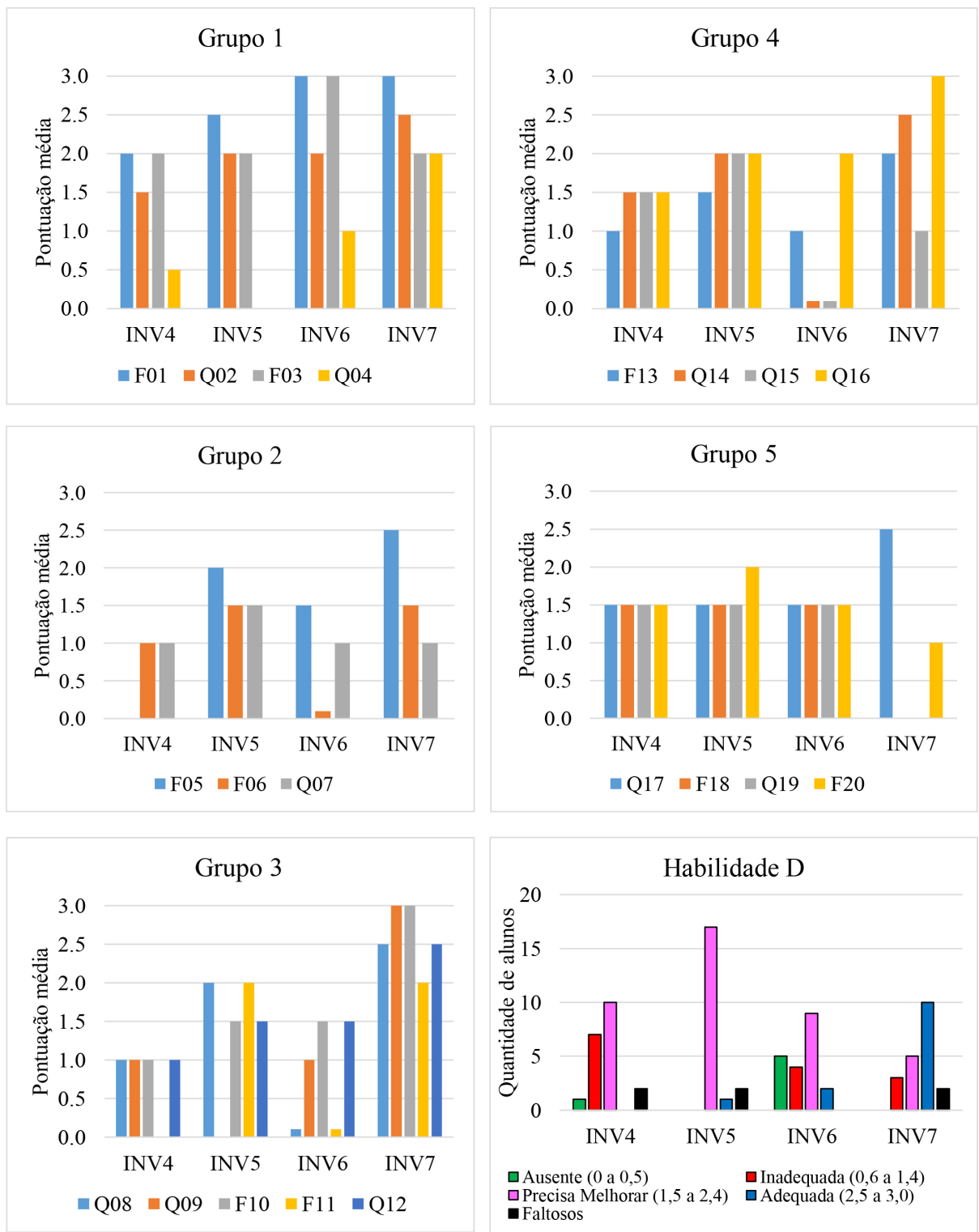


Figura 5.6: Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade D (Gráfico 6).

Quando comparamos as pontuações dos alunos entre a Habilidade D e a C, mostrada na Figura 5.3 anteriormente, fica ainda mais latente a dificuldade dos alunos em propor hipóteses e como, por outro lado, eles já estão mais habituados em descrever experimentos, tarefa comum nas disciplinas experimentais dos seus referidos cursos.

Os estudos de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008) mostraram que os alunos desenvolvem algumas habilidades científicas mais expressivamente do que outras. Neste caso particular percebeu-se que a habilidade D foi desenvolvida de forma “Adequada” em muitos discentes, quando comparada por exemplo com os resultados da habilidade C descritos na Seção 5.2.1.

Esses resultados podem ser comparados com os estudos de Cavalcanti e Queiroz (2016), nos quais as pesquisadoras mostram a ênfase que os roteiros experimentais dão às técnicas manuais e instrumentais, e devido ao fato de os discentes realizarem inúmeras atividades experimentais planejadas desta maneira desenvolvem prioritariamente estas destrezas. Este fator pode estar associado aos resultados concernentes ao desempenho dos participantes da oficina na habilidade D. Os pesquisadores das habilidades científicas Etkina et al. (2006) argumentam que esta habilidade científica se desenvolve em atividades experimentais de laboratório, e os discentes podem desenvolvê-la por meio de tarefas que eles próprios tem liberdade para projetar e conduzir. Os estudos sobre quanto tempo leva para os alunos desenvolverem habilidades científicas (ETKINA; KARELINA; RUIBAL-VILLASENOR, 2008) mostraram resultados de experimentos no laboratório com 180 estudantes universitários no início do curso de Física, onde foram submetidos à aulas semanais, palestras e um laboratório pelo período de 3 (três) horas e em algumas atividades foram omitidos os roteiros experimentais. Há evidências que em média no intervalo de sete semanas, eles apresentam 70% de domínio na maioria das habilidades avaliadas, sendo que em algumas habilidades eles podem chegar até 90%. Na oficina apesar de ter sido um tempo bastante curto percebe-se que esta habilidade apresentou indícios de se desenvolver razoavelmente quando comparado aos estudos mencionados. Fatores importantes a considerar sobre o desenvolvimento das habilidades é o tempo e o conhecimento que os estudantes a respeito da abordagem investigativa. Quanto mais conhecem sobre a abordagem e realizam investigações mais chances eles tem de

desenvolver tais habilidades.

5.3.2 Planejamento e realização do procedimento experimental

Para compreender como os alunos desenvolveram o procedimento experimental na entrevista foi feita a pergunta codificada por P08: “E como vocês combinaram o procedimento experimental?”. Todos os alunos descreveram praticamente a mesma maneira, representada pela fala do G1Q4 a seguir:

G1Q04: “A gente primeiro dividia em partes, cada um, não é que cada uma faz uma parte, mas sim, a gente discutia com a hipótese que a gente tinha escolhido depois a gente verificava se a hipótese tinha fundamento no problema realmente e começava todo o procedimento experimental; um fazia uma parte e outro fazia outra, mas todos estariam acompanhando ao mesmo tempo”.

A resposta do aluno remete à interpretação que o procedimento experimental era feito com base no problema e na hipótese escolhida, de modo que todos os participantes do grupo estivessem cientes dos passos para a realização do experimento. Essas ações descritas mostram o caráter coletivo da construção de conhecimentos e o meios que os discentes buscavam para a solução do problema inicialmente proposto.

5.3.3 Panorama das avaliações conforme as rubricas para a Habilidade D

As médias obtidas a partir das pontuações nas rubricas (sub-habilidades D2 e D3) das quatro atividades avaliadas na oficina estão apresentadas na Figura 5.7. Este gráfico mostra o percentual de participantes com avaliação “Ausente”, “Inadequada”, “Precisa Melhorar” e “Adequada” nesta habilidade (D). Observa-se que 51% deles obtiveram avaliação “Precisa Melhorar”, seguido de 18% “Inadequada”, 16% “Adequada” e 7% “Ausente”.

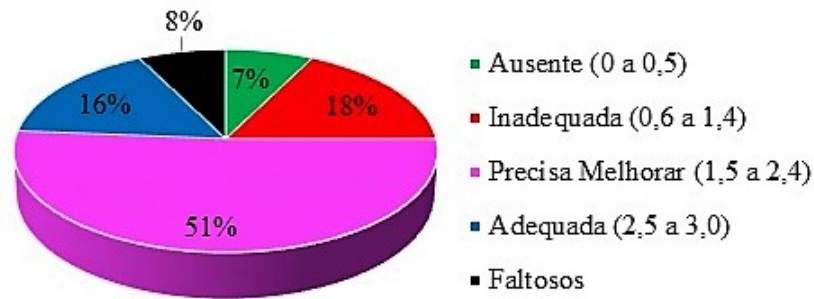


Figura 5.7: Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade D nas atividades avaliadas na oficina

Embora os resultados mostrem que a maioria dos alunos obtiveram avaliação entre “Precisa Melhorar” e “Inadequada”, é importante salientar o modo como eles se engajaram nas atividades. Percebeu-se que participaram ativamente da oficina, elaborando suas hipóteses, determinando materiais e procedimentos para o teste experimental da hipótese. Desse modo, compreende-se que as atividades desenvolvidas na oficina podem apontar caminhos promissores para desenvolver essa habilidade, de modo a trabalhar as dificuldades e ajustá-las.

5.4 Habilidade de coletar e analisar dados experimentais (G)

A habilidade de coletar e analisar dados experimentais G (Quadro 2.5) estão relacionadas ao modo como são feitas as descrições qualitativas e/ou quantitativas das observações experimentais, uma ação fundamental para uma atividade científica. Na realização do experimento, os estudantes põem em prática o procedimento experimental proposto pelo grupo, fazem observações necessárias e as registram. Para avaliar a habilidade G foram usadas as rubricas das sub-habilidades G4 (Quadro A.10), que estão relacionadas à capacidade de registrar e representar dados de maneira significativa, e G5 (Quadro A.11), que diz respeito à capacidade de analisar os dados coletados de forma apropriada.

Nas subseções a seguir serão mostradas imagens da folha de atividades com os re-

gistros escritos de um aluno, as entrevistas que descrevem como ocorreram a coleta e a análise dos dados experimentais, assim como os gráficos representativos do desenvolvimento da habilidade G nos participantes da oficina.

5.4.1 Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade G

A Figura 5.8 mostra o exemplo da coleta e análise de dados experimentais da INV7 do aluno G3F11. Nesta atividade, a avaliação “Precisa Melhorar” pela rubrica da sub-habilidade G4 (item *d*) foi atribuída, pois ele não descreve com clareza como os dados foram obtidos, embora apresente as equações matemáticas que sustentam sua análise. Quanto à rubrica da sub-habilidade G5 (item *e*) não há clareza em responder ao problema proposto na atividade.

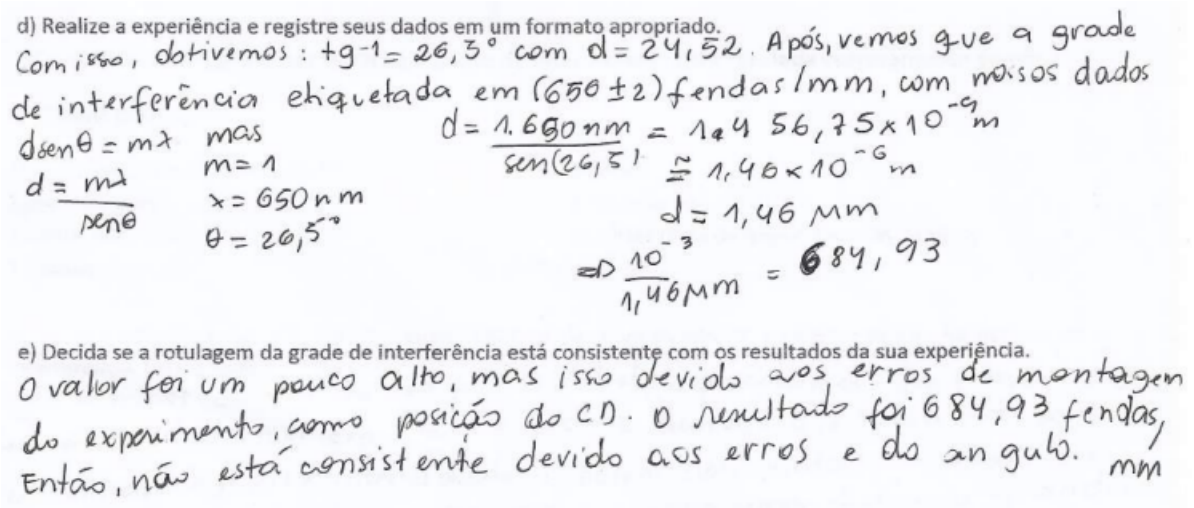


Figura 5.8: Coleta de dados e análise do aluno G3F11 avaliada como “Precisa Melhorar” na atividade 7 (INV7).

Os gráficos da Figura 5.9 dão indícios de que houve o desenvolvimento da habilidade G em alguns alunos dos grupos. No gráfico do Grupo 1, o aluno F01 inicia com pontuação 2,5 nas atividades iniciais e nas finais pontuação 3,0 dando indícios que este aluno tinham domínio nesta habilidade nas atividades avaliadas. Já o aluno F03 apresenta indícios de desenvolvimento, pois nas atividades iniciais tem pontuação “Precisa Melhorar” e nas atividades finais tem pontuação para avaliação “Adequada”. No Grupo 2 não se percebe desenvolvimento sig-

nificativo, os alunos se mantiveram, nas quatro atividades, entre a avaliação “Inadequada” e “Precisa Melhorar”. No Grupo 3, o aluno F10 inicia com avaliação “Inadequada” (pontuação 1,0) e nas atividades finais tem avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação entre 1,5 e 2,0). No Grupo 4 o aluno Q16 apresenta desenvolvimento entre as atividades realizadas, iniciando com pontuação 1,5 e na atividade final tem pontuação 2,0, obtendo avaliação “Precisa Melhorar”, e o aluno F13 inicia com avaliação “Inadequada” e nas atividades finais apresenta avaliação “Precisa Melhorar”. Já no Grupo 5 observa-se que os alunos apresentam avaliações que variam de “Inadequada” à “Precisa Melhorar”, porém o aluno F20 inicia com avaliação “Inadequada” e nas atividades finais apresenta avaliação “Precisa Melhorar”.

O gráfico da habilidade G, também mostrado na Figura 5.9 (Quadro 6) mostra o quantitativo de alunos com as respectivas avaliações entre as quatro atividades analisadas na oficina. Percebe-se que na INV4 há 13 (treze) alunos com avaliação “Inadequada” esse número vai diminuindo e na atividade final já não existe aluno com esta avaliação. Enquanto na INV4 há 3 (três) alunos com avaliação “Precisa Melhorar”, e este número de alunos vai aumentando, de modo que na atividade final se evidencia 16 (dezesesseis) alunos com esta avaliação. O número de alunos com avaliação “Ausente” oscila entre 1 (um) e 5 (cinco), e a quantidade de alunos com avaliação “Adequada” oscila entre 1 (um) e 3 (três) nas atividades analisadas. Diante destes resultados é perceptível que a maioria dos alunos apresentam indícios de desenvolvimento da habilidade G durante as atividades experimentais investigativas da oficina. Estes dados apontam que no geral eles evoluíram de uma avaliação “Inadequada” para “Precisa Melhorar”.

A habilidade de coletar e analisar dados experimentais envolve um processo individual de atribuição de significados e construção de conhecimentos. Situações nas quais os estudantes são estimulados a realizar tarefas, como no caso da atividade experimental investigativa são propícias a desenvolver estas habilidades. Conforme foi observado nas atividades escritas, os licenciandos fizeram o uso de diferentes tipos de linguagem, tanto por meio da escrita, da linguagem matemática e outras maneiras de se expressar, como o uso de desenhos.

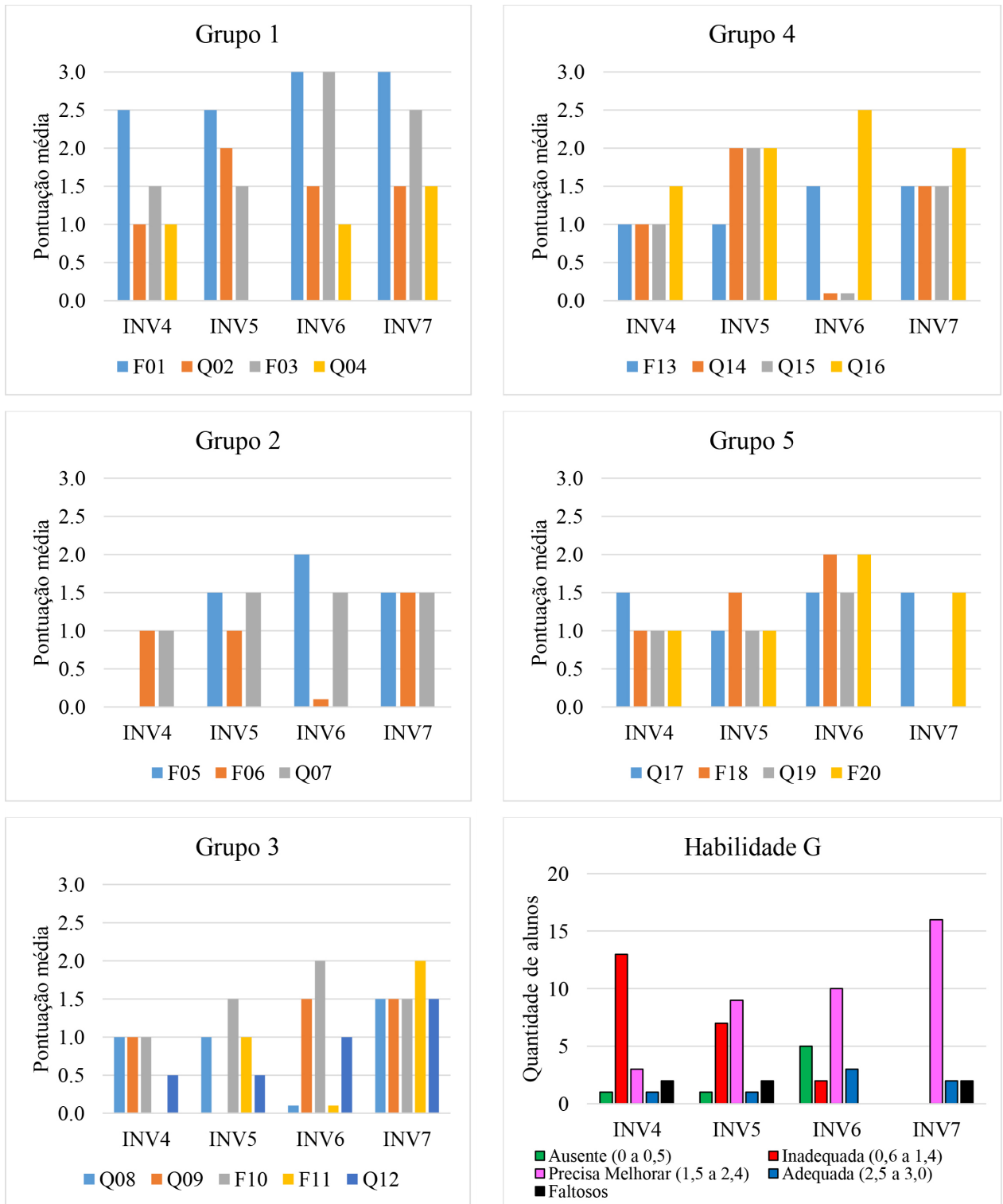


Figura 5.9: Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade G (Gráfico 6).

Esses dados são coerentes com a literatura, pois coletar e analisar dados exige que o estudante elabore linguagem especial, com características próprias para representar seus raciocínios, suas ideias. Com isso, a linguagem oral e a escrita são insuficientes para descrever de uma forma precisa fenômenos, como por exemplo, uma reação química e outros fenômenos físicos e químicos. Diante desses resultados há fortes indícios que as atividades experimentais investigativas são uma alternativa promissora para desenvolver a linguagem matemática, o uso de desenhos, gráficos, tabelas e outros tipos de representações visuais são mais eficientes para coletar e analisar dados experimentais (LEMKE, 1998; CARMO; CARVALHO, 2006; CARVALHO, 2013).

5.4.2 Dinâmica da Coleta de dados e escrita dos resultados do experimento

Percebeu-se que os alunos se engajavam na realização das tarefas propostas na oficina, planejavam, discutiam entre si de modo a encontrar estratégias para desenvolver o experimento, porém os dados registrados nas folhas de atividades de uma maneira geral foram bem sintéticos e genéricos. Na entrevista foi feita uma pergunta codificada por P09: “Como vocês combinaram a escrita dos resultados do experimento?”

Os relatos de alguns licenciandos são mostrados para entender como foi a dinâmica da coleta dos dados e da escrita dos resultados:

G1F01: “A escrita dos resultados a gente colocava... ia anotava enquanto tava fazendo o experimento aí discutia um pouco sobre o que tinha acontecido, onde é que a gente tinha chegado e aí depois cada um escrevia com suas palavras o resultado como tinha achado o resultado”.

G2Q07: “A gente...[risos]... Como quase todas as hipóteses davam errado né, então a gente tentava enrolar mesmo..[risos]...fazer alguma questão mais científica daquela possível previsão que foi errada né, justificativa o erro no caso”.

G3F10: “A gente tentava fazer sempre uma escadinha de procedimento que que não (pausa) sem atropelar nada né (...), sempre tentando fazer as coisas mais minuciosamente,(...).

Então a gente foi seguindo essa linha, tentando fazer as coisas mais bem feito possível”.

G4Q15: “Ah... da mesma forma também era individual né, e caso tivesse alguma parte que fosse da equipe a gente entrava num consenso”.

G5Q17: “Quando a gente terminava, é geralmente a gente sentava, beleza... o que qui a gente fez? A gente fez isso aqui, e daqui gente conseguiu chegar a uma conclusão, foi isso e aquilo. Então a gente vai escrever isso. Claro que alguma coisa ia ser escrito diferente, mas sempre a gente fazia; o que que a gente fez e que deu como resultado e escrevia não exatamente com as mesmas palavras, mas tentando seguir a mesma ideia né, a mesma forma”.

Em todas as etapas da atividade experimental, como pode ser interpretado nas falas dos estudantes (G1F01, G2Q07, G3F10, G4Q15 e G5Q17), os quais representam respectivamente cada um dos grupos - havia a articulação entre o pensar e realizar, este contexto tornava o ambiente propício a desenvolver habilidades cognitivas e procedimentais. Os estudantes realizavam e discutiam entre si sobre os resultados do experimento, e cada um ficava responsável por registrar os dados e analisá-los.

5.4.3 Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade G

As médias obtidas para a habilidade G, por meio das rubricas G4 e G5 das quatro atividades analisadas na oficina permitiram gerar o gráfico da Figura 5.10 que tem objetivo de mostrar o percentual de alunos com as suas respectivas avaliações. Observa-se que 47% deles obtiveram avaliação “Precisa Melhorar”, seguido de 27% “Inadequada”, 9% “Ausente” e por fim, apenas 9% “Adequada” para esta habilidade (G).

A maior parte dos participantes obtiveram avaliação “Precisa Melhorar” para a habilidade G, percebeu-se que durante o percurso das atividades propostas havia disposição deles em realizar as tarefas, sendo um indício que estas tarefas promovem o pensar e também o fazer. No início das atividades a maioria deles estavam com avaliação “Inadequada”, porém percebeu-se o desenvolvimento para “Precisa Melhorar” nas atividades finais. Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008) em seus estudos sobre em quanto tempo estudantes de-

envolvem habilidades científicas mostraram resultados que as atividades investigativas no laboratório abrem possibilidades para o desenvolvimento de habilidades mais difíceis de serem aprendidas, as quais raramente se desenvolveriam no laboratório tradicional com roteiros prontos. Abstrair, representar por meio da linguagem escrita e analisar raciocínios científicos não é tarefa trivial, portanto os estudantes devem ser colocados diante de situações que propiciem o desenvolvimento destas habilidades (ETKINA et al., 2006).

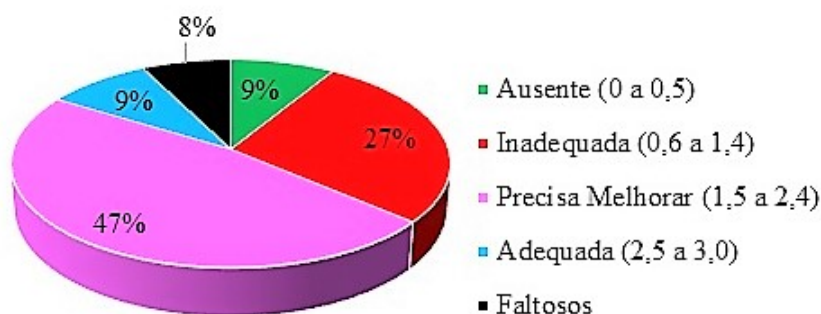


Figura 5.10: Discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade G nas atividades avaliadas na oficina

5.5 Habilidade de comunicar ideias científicas (F)

A comunicação oral e escrita são habilidades de grande relevância nas mais diversas atividades humanas. Na oficina de experimentos investigativos, por meio do diálogo os estudantes fizeram discussões, expuseram e compartilharam suas ideias com outros colegas. No entanto, por meio da escrita foi possível perceber a construção pessoal do conhecimento frente às suas capacidades de comunicar suas ideias científicas.

Ao final de cada atividade investigativa da oficina os participantes tinham um momento para divulgar seus resultados, em que mencionavam os obstáculos encontrados, os erros cometidos, entre outros. Nesse momento também era feita uma reflexão sobre a hipótese elaborada, os procedimentos planejados, a execução dos procedimentos e os resultados, ainda que muitos resultados não fossem plausíveis - todos estes meandros consistiam de um momento de grande importância para repensar nos processos feitos e que não foram coerentes

do ponto de vista teórico e experimental para melhorá-los e adequá-los.

As rubricas para avaliar a habilidade de comunicar ideias científicas F (Quadro 2.6) nas folhas de atividades foram; a F1 (Apêndice A.12), que se refere à escrita detalhada do procedimento experimental, item *d* nas INV4 a INV6 e item *b* na INV7, e a F2 (Apêndice A.13) que se refere à capacidade de comunicar os resultados de forma clara e completa, item *g* nas INV4 e INV5, item *h* na INV6 e item *e* na INV7.

A seguir será apresentado o exemplo da análise da atividade escrita de um discente que ilustra bem a maneira como foi feita a avaliação pelas rubricas para a habilidade de comunicar ideias científicas.

5.5.1 Sub-habilidades avaliadas pelas rubricas referentes à habilidade F

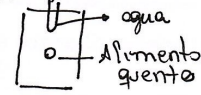
Uma atividade do estudante G1F01 é mostrada como exemplo para representar como foram analisadas as atividades escritas para avaliar pelas rubricas a habilidade de comunicar ideias científicas dos participantes da oficina. O item *d* da folha de atividade INV4 corresponde à descrição do procedimento experimental e à rubrica F1 e o item *g* está relacionado a escrita dos resultados e à rubrica F2.

Nos resultados da Figura 5.11 observa-se que foi atribuída avaliação “Precisa Melhorar” para a rubrica F1, pois o aluno descreve um procedimento experimental plausível, mas com a ausência de detalhes sobre o uso de alguns equipamentos, como por exemplo o uso do termômetro. O desenho experimental não é facilmente compreendido. Quanto à rubrica F2 que o referido aluno obtém avaliação “Adequada”, pois observa-se que o resultado responde a pergunta inicial com base na hipótese que elaborada para realizar o teste.

d) Descreva o procedimento experimental que o grupo considera adequado para realizar o teste.

A partir das hipóteses descritas pelos membros do grupo, foi escolhida uma hipótese que não ~~era~~ havia sido descrita por nenhum aluno, ela foi criada a partir da hipótese e experimento de todos.

Os alimentos escolhidos foram: pão, bolacha e amendoim, os alimentos foram equacionados e colocados dentro do calorímetro juntamente com a água. Foi utilizada 1,7 g de cada alimento.



g) Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no item "a" responde ao problema dado?

Sim, a partir da variação da temperatura da água de acordo com a quantidade de calor fornecido pelo alimento, mostra que o amendoim tem a maior quantidade de energia por fazer a maior variação da temperatura, o que está de acordo com a previsão e com os valores fornecidos na embalagem.

$$\text{Cal amendoim (embalagem)} = 146 \text{ Kcal} \rightarrow \text{Cal amendoim (exp)} = 141 \text{ Kcal}$$

Figura 5.11: Procedimento experimental e descrição do resultado do aluno G1F01 com avaliação "Precisa melhorar" na rubrica F1 e "Adequada" na rubrica F2 para a atividade 4 (INV4).

Os gráficos da Figura 5.12 apresentam as pontuações médias dos alunos por grupo nas quatro atividades analisadas. Estas pontuações permitem fazer a comparação entre as atividades iniciais e finais de modo que seja possível observar indícios do desenvolvimento da habilidade de comunicar ideias científicas (F).

Na Figura 5.12 observa-se que no gráfico do Grupo 1, o aluno F01 na INV4 teve pontuação média de 2,5 e nas atividades finais teve pontuação 3,0, os alunos Q02 e F03 apresentam pontuações entre 2,0 e 3,0. Estes resultados mostram que estes alunos tem um domínio na habilidade de comunicar ideias científicas, pois nas quatro atividades analisadas eles mantêm suas pontuações, enquanto o aluno Q04 apresenta pontuações que o avaliam na mesma habilidade como "Inadequada", "Ausente" e "Precisa Melhorar". No Grupo 2 é possível perceber que o aluno Q07 na atividade inicial tem avaliação "Inadequada" (pontuação 1) e nas atividades finais obtém avaliação "Precisa Melhorar" (pontuação 2) dando indícios que houve desenvolvimento nesta habilidade. No Grupo 3 o aluno F10 apresenta inicialmente avaliação "Inadequada" (pontuação 1) e nas atividades finais apresenta avaliação "Precisa Melhorar" (pontuações entre 1,5 e 2,0).

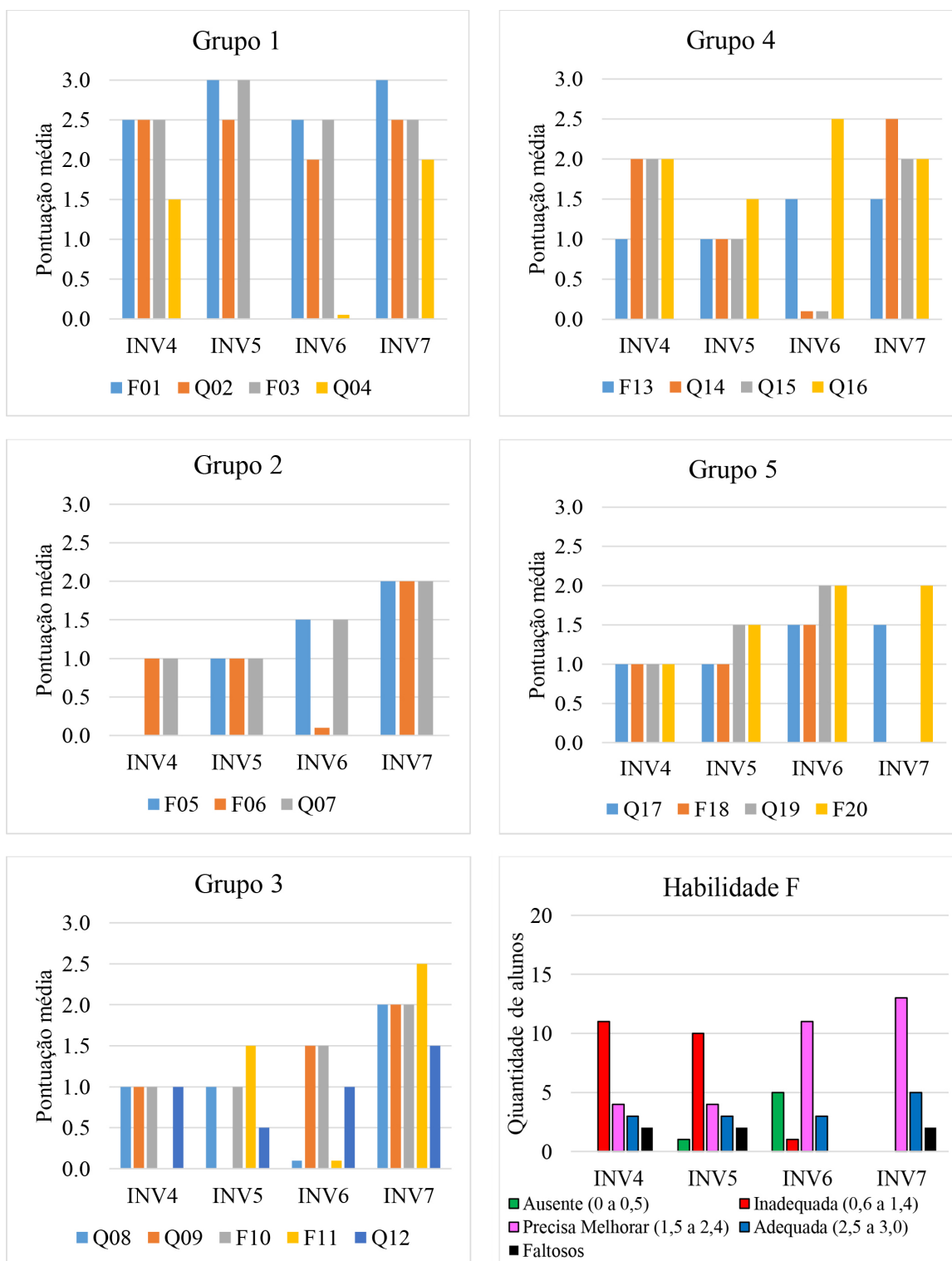


Figura 5.12: Gráficos das pontuações médias dos alunos por grupo (de 1 a 5) e quantitativo de alunos com as respectivas avaliações pelas rubricas para a habilidade F (Gráfico 6).

No Grupo 4 o aluno F13 nas atividades iniciais tem avaliação “Inadequada” (pontuação 1,0), já nas atividades finais apresenta avaliação “Precisa Melhorar” (pontuação 1,5), o Q16 apresenta em todas as atividades avaliação “Precisa Melhorar” e “Adequada”. Os demais integrantes do grupo apresentam oscilações nas pontuações entre as INV4 a INV7. No Grupo 5, os alunos Q17 e F20 apresentam indícios de desenvolvimento, pois inicialmente eles tem avaliação “Inadequada” (pontuação 1) e nas atividade finais obtêm avaliação “Precisa Melhorar” (pontuações de 1,5 e 2,0 respectivamente). Os demais integrantes deste grupo apresentavam a mesma tendência, porém na última atividade não foi possível obter os resultados, em virtude de eles não participarem desta atividade.

O gráfico 6 da Figura 5.12 mostra que há redução na quantidade de alunos com avaliações “Inadequadas” entre as INV4 e INV6. Na INV7 já não aparece alunos com esta avaliação, em contrapartida observa-se que há um aumento expressivo na quantidade alunos com avaliação “Precisa Melhorar”, que na atividade inicial tem 4 (quatro) e na final 13 (treze). Observa-se também que na atividade final aumenta a quantidade de alunos com a avaliação “Adequada”, passando de 3 para 5 alunos. Já a avaliação “Ausente” é percebida em todas as atividades com mínimo de 1 aluno na INV4 e máximo de 5 alunos na INV6. Mediante estes dados percebe-se que na Habilidade F, a maioria dos alunos participantes da oficina tiveram desenvolvimento de “Inadequado” para “Precisa Melhorar”, também se observa que 5 alunos desenvolveram a habilidade, de modo que tiveram avaliação “Adequada” na atividade final.

5.5.2 Panorama das avaliações conforme as rubricas para a habilidade F

A partir da média geral das pontuações obtidas nas quatro atividades, por meio das rubricas F1 e F2 foi possível esboçar o gráfico da Figura 5.13. Este gráfico mostra o percentual de alunos com suas respectivas avaliações para a habilidade F na oficina.

Os resultados mostram que 40% dos participantes foram avaliados pelas rubricas de comunicar ideias científicas, como “Precisa Melhorar”, indicando que a comunicação escrita necessita ser mais criteriosa, clara e atenta aos detalhes, fazendo uso quando necessário de

recursos próprios da linguagem da Ciência (LEMKE, 1998; CARVALHO, 2013; ETKINA et al., 2006) para melhor expressar os fenômenos, conceitos, ideias e analisá-los de forma crítica. Ainda persiste 27% que foram avaliados quanto a esta habilidade como “Inadequada”, para estes, as folhas de atividades não tinham clareza na descrição do procedimento experimental, detalhes importantes eram omitidos e havia pouca ou nenhuma discussão dos resultados, e 18% apresentaram essa habilidade avaliada como “Adequada”, fazendo referência a uma comunicação escrita dos procedimentos experimentais e dos resultados de forma clara, detalhada, fazendo discussão e uso de outras formas de expressão, como tabelas, gráficos, diagramas.

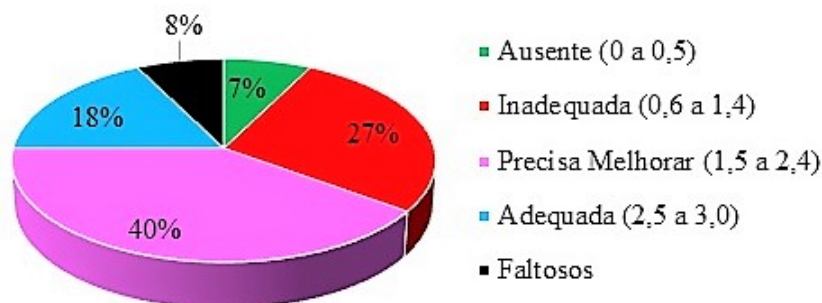


Figura 5.13: Percentual de discentes com as respectivas avaliações para a Habilidade F nas atividades avaliadas na oficina.

5.6 Contribuições das atividades experimentais investigativas na percepção dos licenciandos

Nesta seção é apresentada a percepção de alguns estudantes sobre o potencial das atividades experimentais investigativas para desenvolver habilidades, consideradas importantes para a atividade docente. Assim, na entrevista foi feita a pergunta (P17): “Como as atividades experimentais investigativas permitem desenvolver habilidades que serão úteis na docência de ciências?”

As respostas para esta pergunta são representadas pelos trechos das entrevistas de alguns estudantes (representados pelos códigos G1Q04, G4Q17, G2Q07, G4Q14 e G3F10) que

representam um conjunto de respostas com interpretações no mesmo sentido que expressam as contribuições das atividades experimentais investigativas para a atividade docente. Deste modo, são feitas as seguintes análises:

1. Contribuem para a capacidade de criar

G1Q04: “Primeiro a elaboração de hipóteses, né. Essas elaborações de hipóteses auxiliam bastante o ramo profissional e isso possibilita com que a gente se torne um profissional mais criativo no momento de passar o conteúdo pros alunos”.

2. Contribuem para a comunicação oral e escrita.

G4Q17: “É a capacidade da escrita né, de escrever essas ideias, argumentar, de planejar, de apresentar o suas conclusões e suas ideias pra turma”.

3. Contribuem para diagnosticar o conhecimento prévio do aluno

G2Q07: “ (...) Acho que mapear os conceitos prévio: concepção errada, errada, alternativas, acho que é por aí, mapear”.

4. Contribuem para a interdisciplinaridade.

G4Q14: “(...) todos esses processos auxiliam ele desenvolver trabalhos é que sejam mais interdisciplinares (...) mais participação, mais interação entre professor e aluno (...) entre os próprios colegas por exemplo; um professor de física e química, um professor de química e biologia juntam uma aula, tudo isso acaba sendo algo positivo”.

5. Contribuem para aprender técnicas experimentais.

G3F10: “(...) todo professor tem que ter um conhecimento técnico da parte experimental né, geralmente a gente separa quem é o professor teórico e quem é o professor experimental né, (...) esse método investigativo o professor também ganha um conhecimento experimental que ele também pode utilizar na sala de aula né, (...)”

Os discursos dos estudantes mostram as contribuições das atividades experimentais investigativas para a formação inicial, dentre elas: a criatividade, a qual pode promover outras perspectivas de ensinar além da tradicional. Elas também agregam ao repertório cultural do futuro docente, a capacidade de se comunicar tanto pela escrita, quanto pela

oralidade. São potencializadoras para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e, além disso, sua dinâmica exige dos sujeitos engajamento e conhecimento de diversas áreas, promovendo a interdisciplinaridade. Outra contribuição é quanto à possibilidade aprender técnicas experimentais, a planejar e realizar experimentos de maneira contemporânea.

Os resultados mostrados para as habilidades científicas C, D, F e G apontam que não houve uma evolução expressiva do desenvolvimento dessas habilidades para a maioria dos participantes. No entanto, a perseverança na investigação, a interação com os outros participantes na emissão de hipóteses, as discussões geradas em cada atividade mostram que as atividades experimentais investigativas apresentam leque de possibilidades que se refletem em ações que permitem trabalhar e desenvolver essas habilidades nos estudantes.

Os professores em formação inicial avaliaram a atividade como positiva para serem trabalhadas nos cursos de licenciatura, pois assim eles aprendem mais sobre as atividades investigativas, assim como aprendem a planejar e realizar experimentos. Tal abordagem configura-se como relevante, pois dessa forma eles obtêm aportes pedagógicos que podem ser implementados com seus futuros alunos na experimentação.

Capítulo 6

Considerações Finais

Esta pesquisa traz contribuições para o âmbito da formação inicial de professores de ciências, onde foi investigado o potencial das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento de habilidades científicas. Neste estudo, licenciandos de Física e Química estiveram diante de atividades experimentais em laboratório didático, em que foram omitidos os roteiros experimentais, sendo fornecido um problema, a partir do qual eles desenvolveram toda a atividade experimental. As habilidades científicas analisadas foram àquelas adaptadas das pesquisas de Etkina et al. (2006) e Etkina, Karelina e Ruibal-Villasenor (2008): habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese, habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese, habilidade de coletar e analisar dados experimentais e habilidade de comunicar ideias científicas.

As ideias de Bachelard (1996) sustentaram este estudo, no sentido de que este traz para a Ciência a concepção de que todo conhecimento é criado a partir de uma pergunta, e que as situações problemas são propícias ao desenvolvimento do espírito científico. Percebeu-se que estas ideias foram fundamentais para a condução da pesquisa. O problema desencadeou a investigação experimental e os licenciandos se engajaram na realização das tarefas, elaborando hipótese, propondo procedimento experimental, coletando e analisando dados experimentais, comunicando os resultados tanto pela escrita, quanto pela oralidade. O trabalho em equipe foi fundamental na realização das tarefas.

A partir das atividades escritas nas folhas de atividades foi possível constatar que as atividades experimentais investigativas apresentam indícios de desenvolver habilidades científicas. Os resultados obtidos levam a concluir que:

- A habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese (C) apresentou elevado grau de dificuldade para ser desenvolvida na oficina. Iniciou-se sem nenhuma avaliação Adequada e finalizou-se com 10% dos participantes nesta categoria. Ocorreu um decréscimo da avaliação Inadequada, porém um acréscimo da avaliação Ausente.

- Os resultados obtidos para a habilidade de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese (D) indicam um desenvolvimento bem significativo. Iniciou-se a atividade com nenhuma avaliação Adequada e finalizou-se com 50% de alunos com essa avaliação.

- A habilidade de coletar e analisar dados experimentais (G) foi a habilidade que os discentes tiveram o melhor desempenho na oficina. Este indício foi percebido pela expressiva diminuição da avaliação Inadequada, um decréscimo de 65%. Ocorreu também uma mudança na avaliação Precisa Melhorar, de 20% dos participantes no início para 80% no final da oficina.

- A habilidade de comunicar ideias científicas (F) também apresentou indícios de desenvolvimento entre as atividades avaliadas na oficina. Observou-se que 20% tiveram avaliação Precisa Melhorar inicialmente e a oficina fechou com 65% dos participantes nessa avaliação. Em relação a avaliação Inadequada, ocorreu uma redução de 55% e uma quase duplicação dos número de alunos com avaliação Adequada.

Por meio desta pesquisa percebeu-se que os estudantes apresentam muitas dificuldades para elaborar hipótese e conduzir uma investigação experimental, embora já tenham realizado as disciplinas básicas de laboratório na universidade. Eles argumentam que a principal razão para isto é que as atividades experimentais nos laboratórios raramente partem da proposição de um problema e, conseqüentemente, eles não elaboram e nem testam hipóteses. Os experimentos já objetivam um resultado e tem caráter de comprovar uma teoria. Dentre as principais dificuldade de elaborar hipótese, os licenciados apontaram que: exige à necessidade de conhecimentos de outras áreas do conhecimento, além da sua; é desafiador, logo não é tarefa fácil; exige pensar cientificamente; e exige mais tempo para pensar quando comparado

a uma atividade experimental com roteiro.

De modo geral foi perceptível o desenvolvimento das habilidades científicas avaliadas no estudo, exceto a habilidade de elaborar uma hipótese. No entanto, observou-se a motivação e a disposição dos participantes para a resolução do problema, ainda que muitos de seus resultados não tenham sido plausíveis. Esta percepção é convergente com a ideia de que é por meio da superação dos obstáculos e erros que a Ciência progride (BACHELARD, 1996). Dessa forma, compreende-se que investindo neste tipo de atividade experimental, os estudantes vão desenvolvendo suas habilidades até o ponto de ter pleno desenvolvimento delas.

Os resultados deste estudo mostraram a necessidade de abordar na formação inicial aportes que pedagogicamente sejam favoráveis para desenvolver habilidades científicas nos discentes. Conforme orienta a BNCC, o Ensino das Ciências deve envolver práticas investigativas que estão em estreito diálogo como os processos que envolvem a construção de conhecimento científico. Assim, é fundamental dar atenção para as diversas situações sociais, econômicas e ambientais que o mundo atual tem enfrentado, e assim problematizá-las, de modo que, os estudantes por meio do conhecimento das ciências, pelo espírito científico e desenvolvimento de habilidades se proponham a buscar ou sugerir soluções que beneficiem de maneira sustentável os cidadãos que compõem a sociedade.

Desse modo fica evidente que preparar o futuro professor de ciências conforme as orientações da BNCC configura-se como relevante, não apenas pelo documento em si, mas pelas próprias exigências profissionais que aludem a uma postura que perpassa o domínio de conhecimentos científicos. Mobilizar conhecimentos, habilidades e trabalho em equipe torna-se fundamental para resolver problemas nos mais diversos contextos. É notório que a abordagem tradicional dos experimentos de laboratório não desenvolvem as habilidades como a elaboração de hipóteses, conforme o resultado deste estudo. Daí a necessidade de (re)pensar possibilidades para promover uma formação mais coerente com as orientações da BNCC e com uma atuação docente na qual professores e alunos não sejam apenas reprodutores de conhecimentos, mas construtores.

Dessa forma, uma das implicações relevantes para a formação inicial de professores

e para o Ensino de Ciências é que os licenciandos, na figura do professor - tenham a oportunidade para planejarem, produzirem e aplicarem atividades investigativas em disciplinas, como por exemplo, Metodologia de Ensino e Estágio Supervisionado.

Também é importante trabalhar os aspectos investigativos em disciplinas teóricas, e não somente nas disciplinas de laboratório (experimentais). As práticas de investigação devem ser abordadas, pois os professores em formação devem ter aportes teóricos e práticos para desenvolver habilidades em seus futuros alunos, e a Metodologia Investigativa pode ser alternativa promissora pra atingir esses objetivos.

Na medida em que conhecem a Natureza da Ciência, dominem conceitos científicos, se engajem em questões complexas, e se envolvam em discussão e resolução de problemas científicos, os estudantes desenvolvem também o espírito científico (KASSEBOEHMER, 2011).

Este estudo apresenta algumas limitações. Por exemplo, o tempo de duração, pois os encontros realizados na oficina ocorreram em duas semanas . As 4 (quatro) horas dispensadas em cada atividade experimental não foram suficientes para a elaboração da escrita do relatório para alguns participantes. Parte do tempo foi utilizado na apresentação dos conceitos chaves para resolver o problema. Outra limitação se refere ao fato dos licenciandos não conhecerem a abordagem investigativa, pois a maioria deles nunca tinham realizado experimentos investigativos.

Os resultados obtidos e limitações deste estudo não suprimem as suas contribuições para a universidade. A proposta desta pesquisa configura-se como uma estratégia pertinente para ser utilizada, por exemplo, em disciplinas introdutórias em laboratórios de Física e Química, Metodologia de Ensino e Estágio Supervisionado. Também pode ser uma alternativa para realizar investigações em disciplinas experimentais mais elaboradas. Este estudo abre margem para outros com esta vertente dentre eles investigar como as práticas pedagógicas que promovam o desenvolvimento de habilidades científicas podem ser favoráveis para melhorar o Ensino de Ciências na Educação Básica.

Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, M. et al. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, v. 3, p. 19–33, 2004. 14
- BACHELARD, G. O novo espírito científico. Tempo Brasileiro Rio de Janeiro, 1985. 10
- BACHELARD, G. A formação do espírito científico. *Rio de janeiro: Contraponto*, v. 1938, 1996. 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 75, 76, 101, 103
- BASTOS, A. P. S. *Potenciais Problemas Significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2017. 5, 13, 16, 40, 75
- BECKER, F.; MARQUES, T. B. I. *Ser professor é ser pesquisador*. 2. ed. Porto Alegre, RS: Mediação, 2010. 3, 6, 27, 30
- BLOSSER, P. E. Matérias em pesquisa de ensino de física: O papel do laboratório no ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 74–78, 1988. 38
- 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. 2, 4, 14, 34, 39
- BRASIL, M. E. C. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Fundamental, 1997. 2, 39
- BRASIL, M. E. C. *Orientações Curriculares Nacionais para Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação: Secretaria de Ensino Médio, 2006. 32, 33
- BRASIL, M. E. C. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. 2, 6, 31, 33
- BRASIL, M. E. C. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores: Base Nacional Comum para a Formação*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019. 3, 6, 32, 33
- CARMO, A. B.; CARVALHO, A. M. P. Iniciando os estudantes na matemática da física através de aulas experimentais investigativas. *Encontro de pesquisa em ensino de Física*, v. 10, 2006. 5, 91

CARVALHO, A. M. P. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. *Revista Contexto & Educação*, v. 22, n. 77, p. 25–49, 2007. 5, 34

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, p. 1–20, 2013. 5, 13, 14, 63, 77, 91, 98

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de ciências: tendências e inovações. In: . 10. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2011. v. 28. 28, 63

CAVALCANTI, K. M. P. H.; QUEIROZ, G. R. P. C. Laboratório didático de química e concepções de professores da educação profissional sobre natureza da ciência. *Encontro Nacional de Ensino de Química*, v. 18, 2016. 85

CHASSOT, A. *Para que(m) é útil o ensino?* 4. ed. Ijuí, RS: Unijuí, 2018. 4

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2010. Tradução de Magda Lopes e revisão de Dirceu da Silva. 44

CRESWELL, J. W. *Investigação Qualitativa e Projeto de Pesquisa-: Escolhendo entre Cinco Abordagens*. 3. ed. Porto Alegre, RS: Penso, 2014. Tradução de Sandra Mallmann da Rosa e revisão de Dirceu da Silva. 44

DELVAL, J. Aprender investigando. In: *BECKER, Fernando. Ser professor é ser pesquisador*, Mediação, Porto Alegre, RS, p. 115–128, 2010. 31, 41, 75

DEMO, P. Educação científica. *Revista brasileira de iniciação científica*, v. 1, n. 1, p. 02–22, 2014. 2, 27, 34

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017. 13

ÉCONOMIQUES, O. de coopération et de développement. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. [S.l.]: OECD Publishing, 2019. 1

ETKINA, E. et al. Role of experiments in physics instruction—a process approach. *The Physics Teacher*, American Association of Physics Teachers, v. 40, n. 6, p. 351–355, 2002. 19, 20

ETKINA, E. et al. Scientific abilities and their assessment. *Physical Review special topics-physics education research*, APS, v. 2, n. 2, p. 020103, 2006. xi, 4, 5, 7, 17, 18, 21, 22, 23, 29, 37, 54, 55, 72, 85, 93, 98, 101

ETKINA, E.; KARELINA, A.; RUIBAL-VILLASENOR, M. How long does it take? a study of student acquisition of scientific abilities. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, APS, v. 4, n. 2, p. 020108, 2008. 5, 7, 23, 54, 55, 66, 85, 92, 101

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101–106, 2010. 5, 6, 15

- FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. 1. ed. São Paulo, SP: Saraiva Educação, 2018. 2, 13
- FONSECA, D. M. d. A pedagogia científica de bachelard: uma reflexão a favor da qualidade da prática e da pesquisa docente. *Educação e pesquisa*, SciELO Brasil, v. 34, n. 2, p. 361–370, 2008. 12
- FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia:saberes necessários a prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2011. 6, 27, 29, 30, 31, 77
- GIBIN, G. B. *Atividades experimentais investigativas como contribuição ao desenvolvimento de modelos mentais de conceitos químicos*. 2013. 240f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2013. 13, 15
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. *Química nova na escola*, São Paulo, v. 10, n. 10, p. 43–49, 1999. 38, 40
- GONZÁLEZ, D. S. R.; GARCÍA, Y. Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y educadores*, Facultad de Educación, v. 17, n. 2, p. 3, 2014. 35
- KASSEBOEHMER, A. C. *O método investigativo em aulas teóricas de Química: estudo das condições da formação do espírito científico*.2011.180f. Tese (Doutorado) — Tese (Doutorado em Ciências). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2011. 5, 11, 13, 15, 104
- KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. *Contém Química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. 352 p. xi, 4, 5, 6, 13, 14, 16, 51, 77
- KUIAVA, E. A.; RÉGNIER, J.-C. Bachelard e a educação: por uma pedagogia científica. In: . [S.l.: s.n.], 2012. 11, 12
- LEMKE, J. L. Teaching all the languages of science: Words, symbols, images, and actions. In: *Conference on science education in Barcelona*. Barcelona: [s.n.], 1998. 91, 98
- LIMA, M. A. M.; MARINELLI, M. A epistemologia de gaston bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. *Revista de Ciências Humanas*, v. 45, n. 2, p. 393–406, 2011. 10
- MAIA, P. F.; JUSTI, R. Desenvolvimento de habilidades no ensino de ciências e o processo de avaliação: análise da coerência. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 14, n. 3, p. 431–450, 2008. 34
- MAURO, M. F. D.; FURMAN, M.; BRAVO, B. Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, v. 10, n. 2, p. 1–11, 2015. 35, 37
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. *Análise textual discursiva*. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2016. Rev. e ampl. 56

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, SciELO Brasil, v. 9, n. 1, p. 89–111, 2007. 15

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 7, n. 2, p. 125–153, 2001. 5, 13, 39

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre, RS: Artmed editora, 2000. Tradução de Patricia Chittoni Ramos e revisão de Cristina Dias Alessandrini. 28

PIMENTA, S. G. *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 8. ed. São Paulo, SP: Cortês, 2012. 3, 28

PIZZATO, M. C. et al. O que são atitudes investigativa e científica, afinal? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 18, n. 2, p. 342–360, 2019. 37

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *Aprendizagem e o ensino de ciências Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009. 18

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 8, n. 2, p. 253–262, 2002. 63, 78

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 13, n. 2, p. 141–156, 2007. 5, 12

ROITMAN, I.; RAMOS, M. N. *A urgência da educação*. São Paulo: Moderna, 2011. 61

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59–77, 2016. 36

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *Ensino de química em foco. Ijuí: Ed. Unijuí*, p. 231–261, 2010. 14

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, n. 2, 2008. 5, 6, 19, 34, 40, 78

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, v. 14, n. 1, p. p.50–74, 2009. 5, 6, 19, 34, 40, 78

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes Limitada, 2014. 27

WAGNER, T. *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it*. New York: Basic Books, 2010. 2

YOUNG, M. Para que serve as escolas? *Educação & Sociedade*, v. 28, p. 1287–1302, 2007. 4

ZÔMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 23, n. 2, p. 419–436, 2017. 36

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Universidade Federal de Minas Gerais, v. 13, n. 3, p. 67–80, 2011. 6, 14, 38

Apêndice A

Rubricas das Habilidades

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Não é feita nenhuma descrição da hipótese.
(1) INADEQUADA	A hipótese é descrita, mas de maneira confusa.
(2) PRECISA MELHORAR	A hipótese é descrita com omissões de detalhes.
(3) ADEQUADA	A hipótese é claramente descrita e testável.

Quadro A.1: Rubricas C1 - É capaz de descrever uma hipótese testável?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	O experimento não testa a hipótese.
(1) INADEQUADA	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental pode levar à análise incorreta dos dados.
(2) PRECISA MELHORAR	O experimento testa a hipótese, mas o procedimento experimental apresenta uma moderada chance de levar à análise inconclusiva dos dados.
(3) ADEQUADA	O experimento testa a hipótese e tem uma alta probabilidade de produzir dados que levem a uma análise conclusiva.

Quadro A.2: Rubricas C2- É capaz de projetar um experimento que testa a hipótese?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Não é feita nenhuma previsão.
(1) INADEQUADA	Uma previsão é feita, mas * é idêntica à hipótese, ou * é feita com base em uma fonte não relacionada a hipótese que está sendo testada, ou * não está relacionada ao contexto do experimento planejado.
(2) PRECISA MELHORAR	A previsão é feita, mas é falha pois * as suposições experimentais relevantes não são considerados e/ou * a previsão está incompleta ou um pouco inconsistente com a hipótese e/ou * previsão é um pouco inconsistente com o experimento.
(3) ADEQUADA	Uma previsão é feita: *segue da hipótese, * é distinta da hipótese, *descreve com precisão o resultado esperado do experimento projetado, *incorpora relevantes suposições se necessário.

Quadro A.3: Rubricas C4- É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Nenhuma tentativa é feita para identificar qualquer suposição.
(1) INADEQUADA	Uma tentativa é feita para identificar suposições, mas as suposições são irrelevantes ou confundidas com a hipótese.
(2) PRECISA MELHORAR	Suposições relevantes são identificados, mas não são significativas para fazer a previsão.
(3) ADEQUADA	As suposições são corretamente identificadas e são significativas para a fazer previsão.

Quadro A.4: Rubricas C5- É capaz de identificar fatores que podem influenciar no experimento?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Nenhuma tentativa é feita para determinar os efeitos de suposições.
(1) INADEQUADA	Os efeitos das suposições são mencionados, mas são descritos vagamente.
(2) PRECISA MELHORAR	Os efeitos das suposições são determinados, mas nenhuma tentativa é feita para validá-los.
(3) ADEQUADA	Os efeitos das suposições são determinados e validados.

Quadro A.5: Rubricas C6 - É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar as previsões?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Não há menção sobre a previsão, se esta e o resultado concordam ou discordam.
(1) INADEQUADA	Uma decisão sobre a concordância ou discordância da previsão e o resultado é feita, mas não é consistente com o resultado do experimento.
(2) PRECISA MELHORAR	Uma decisão plausível sobre a concordância ou discordância da previsão e resultado é feita, mas a incerteza experimental não é considerada.
(3) ADEQUADA	Uma decisão plausível sobre a concordância e discordância sobre a previsão e resultado é feita e a incerteza experimental é levada em consideração.

Quadro A.6: Rubricas C7- É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Nenhuma análise é feita sobre a hipótese proposta.
(1) INADEQUADA	Uma análise é feita, mas não é consistente com o resultado do experimento.
(2) PRECISA MELHORAR	Uma análise é feita e, é consistente com o resultado do experimento, mas as suposições não são levadas em conta.
(3) ADEQUADA	A análise reflete sobre o que é feito e, é consistente com o resultado experimental e as suposições são levadas em conta.

Quadro A.7: Rubricas C8- É capaz de fazer a análise e retomar a hipótese inicial?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	O procedimento experimental proposto não resolve o problema.
(1) INADEQUADA	O experimento tenta resolver o problema, mas os dados não conduzem a uma solução plausível.
(2) PRECISA MELHORAR	O experimento apresenta indícios de resolver o problema, e os dados tendem a uma moderada chance de conduzir a uma solução plausível.
(3) ADEQUADA	O experimento resolve o problema e os dados conduzem para uma solução plausível.

Quadro A.8: Rubricas D2 - É capaz de propor um procedimento experimental que resolve o problema?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Pelo menos uma das medidas não pode ser feita com o equipamento escolhido.
(1) INADEQUADA	Todas as medidas podem ser feitas com equipamentos escolhidos, mas o detalhes sobre como foi feito é omitido.
(2) PRECISA MELHORAR	Todas as medidas podem ser feitas com equipamentos escolhidos, mas o detalhes sobre como foi feito é vago ou incompleto.
(3) ADEQUADA	Todas as medidas podem ser feitas com equipamentos escolhidos, e os detalhes sobre como foi feito é claramente descrito.

Quadro A.9: Rubricas D3- É capaz de usar equipamento disponível adequado para fazer medições?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Os dados estão ausentes ou incompreensíveis.
(1) INADEQUADA	Alguns dados importantes estão ausentes ou são incompreensíveis. Eles não são organizados em tabelas ou as tabelas não são rotuladas corretamente.
(2) PRECISA MELHORAR	Todos os dados importantes estão presentes, mas são registrados de maneira que requer algum esforço para compreender. As tabelas são confusas.
(3) ADEQUADA	Todos os dados importantes estão presentes, organizados e registrados claramente. As tabelas apresentam dados claros.

Quadro A.10: Rubricas G4 - É capaz de registrar e representar dados de maneira significativa?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Nenhuma tentativa é feita para analisar os dados.
(1) INADEQUADA	É feita uma tentativa de analisar os dados, mas está seriamente falho ou inapropriado.
(2) PRECISA MELHORAR	A análise é apropriada mas contém pequenos erros ou omissões.
(3) ADEQUADA	A análise é apropriada, completa e coerente.

Quadro A.11: Rubricas G5- É capaz de analisar dados de forma apropriada?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Diagramas ausentes, e/ou procedimento experimental bastante vago.
(1) INADEQUADA	Diagramas presentes, mas sem clareza e/ou o procedimento experimental presente, mas com detalhes importantes faltando. É preciso muito esforço para compreender.
(2) PRECISA MELHORAR	Diagramas e procedimento experimental presentes, mas pequenos detalhes são omitidos. O procedimento experimental leva algum esforço para compreender.
(3) ADEQUADA	Diagramas e/ou procedimento experimental são claros e completos. Não é preciso esforço para compreender.

Quadro A.12: Rubricas F1- É capaz de comunicar os detalhes de um procedimento experimental de forma clara e completa?

AVALIAÇÃO DA SUB-HABILIDADE	DESCRIÇÃO DOS CRITÉRIOS
(0) AUSENTE	Não é feita nenhuma discussão sobre os resultados do experimento.
(1) INADEQUADA	Os resultados do experimento são discutidos vagamente.
(2) PRECISA MELHORAR	Os resultados são discutidos, mas alguns detalhes são omitidos.
(3) ADEQUADA	Os resultados do experimento são discutidos de forma clara e completa.

Quadro A.13: Rubricas F2- É capaz de comunicar os resultados do experimento de forma clara e completa?

Apêndice B

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) ,

O Sr (a) está sendo convidado (a) a participar, da pesquisa “**Habilidades científicas na formação inicial de professor de ciências**”, sob a responsabilidade de **Lucenir Da Silva Frazão**, aluno de mestrado vinculado ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (endereço profissional: Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física; Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200 - Bloco 03 - Setor Norte; Coroadó, 69077000 - Manaus, AM – Brasil, Telefone: (92) 3305– 2817; e-mail: niko.frazao@gmail.com.br), **Profª Dra. Marta Silva dos Santos Gusmão** (*orientadora*; endereço profissional: Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Física; Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200 - Bloco 03 - Setor Norte; Coroadó, 69.077.000 - Manaus, AM – Brasil, Telefone: (92) 3305 – 2817; email: mgusmao@ufam.edu.br e **Profº. Dr. Ettore Paredes Antunes** (*co-orientador*; endereço profissional: Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química; Av. Gal. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200 - Bloco 10 - Setor Norte; Coroadó, 69077000 - Manaus, AM – Brasil, Telefone: (92) 3305 – 2876; email:ettore.ufam@gmail.com), os quais tem como objetivo investigar sobre o impacto das atividades experimentais investigativas na formação inicial de professor de ciências: “ Como as atividades experimentais investigativas podem influenciar no desenvolvimento de habilidades científicas? Essas habilidades podem ser desenvolvidas na formação inicial da docência? ”, tendo ainda os seguintes objetivos específicos: Estudar sobre as condições de aplicação do método investigativo em aulas de laboratório para o desenvolvimento de habilidades científicas em licenciandos em Física e Química; Estabelecer indicadores do desenvolvimento de habilidades em aulas de laboratório não formais; Investigar a partir de oficinas com seqüências didáticas desafiadoras como pode surgir o desenvolvimento de habilidades científicas utilizando o método investigativo; Interpretar e avaliar as contribuições das oficinas para o desenvolvimento de habilidades científicas nos participantes.

A sua participação se dará por meio de **entrevistas com registro de gravação de voz e questionários escritos**. Esta participação é voluntária não recebendo nenhuma vantagem financeira e não tendo nenhum custo, mas caso haja alguma despesa relativa a esta pesquisa como custos com transporte coletivo, alimentação, canetas e papel, o mesmo será ressarcido (a) baseado no cálculo dos gastos reais quando for necessário. Estão assegurados o direito a indenizações e cobertura material para reparação a dano causado pela pesquisa ao participante, conforme resolução CNS nº 466 de 2012, IV.3.h, IV.4.c e V.7). O pesquisador pode esclarecer sobre qualquer dúvida que possa ter e estará livre para participar ou recusar-se. O (a) Senhor (a) pode desistir de participar em qualquer momento da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo ou penalidade. Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos, mas podem ser minimizados. Os riscos nesta participação são mínimos, podendo ocorrer durante o manuseio dos papéis, caneta, materiais e/ou reagentes químicos do laboratório. A participação na pesquisa contribuirá para estudos referente à formação inicial de professores de ciências (Química e Física), com abordagens que podem favorecer a aquisição de habilidades científicas e sobre a importância das atividades experimentais investigativas na tríade: formação inicial de professor, o uso do laboratório e as habilidades científicas. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas sua identidade não será divulgada, sendo guardada em sigilo. Quando terminarmos a pesquisa estes serão apresentados para comunidade acadêmica e publicados em revistas nacionais de educação. Para qualquer outra informação, o (a) Sr (a) poderá entrar em contato com os pesquisadores no endereço; **Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Matemática localizado no Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas, situada na Av. General Rodrigo Otavio Jordão Ramos, 6200 –**

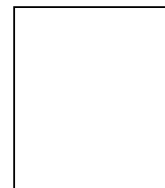


Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte, Coroado I. CEP: 69077-000. Manaus - Amazonas - Brasil, pelo telefone (92)3305 2817, ou poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFAM, na Rua Teresina, 495, Adrianópolis, Manaus-AM, telefone (92) 3305-5130.

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____, fui informado sobre o que o pesquisador quer fazer e porque precisa da minha colaboração, e entendi a explicação. Por isso, eu concordo em participar do projeto, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Manaus- AM, Data: ___/ ___/ ____



Assinatura do licenciando
Participante da Pesquisa

Impressão do dedo polegar (Caso não possa assinar)

Lucenir da Silva Frazão
Responsável pelo projeto
niko.fraza@gmail.com

Profª Dra. Marta Silva dos Santos Gusmão
Orientadora
mgusmao@ufam.edu.br

Profº Dr. Ettore Paredes Antunes
Co-orientador
ettore.ufam@gmail.com

Apêndice C

Questionário Inicial

Caro participante, o presente questionário visa conhecer um pouco sobre o público da Oficina de Atividades Investigativas. Caso não tenha uma opção que concorde, escreva o que julgar pertinente no local reservado.

Nome: Curso:

Período: Participa de algum projeto:

01. Dos pontos abaixo, escolha um que mais se adequa à sua escolha para cursar Licenciatura?

- Pelo status da profissão de professor.
- Pelo interesse em aprender a ser professor.
- Motivado por bons exemplos de professores.
- Facilidade de para encontrar emprego.
- Parentes que são professores .
- Pouca concorrência no ingresso do curso na universidade.
- Gostar de Física e/ou Química.

Outro:

02. Em relação à docência, quais aspectos você aponta como necessários à formação

do professor de Física e/ou Química?

Conhecimentos científicos e tecnológicos.

Conhecimento pedagógico.

Desenvolvimento de habilidades técnicas.

Desenvolvimento de valores.

Outro:

03. O que você acha fundamental para um professor de ciências em relação as aulas experimentais no laboratório ou aulas em sala de aula?

Ter conhecimento teórico da ciência.

Saber métodos e técnicas de ensino e/ou de laboratório.

Ter subsídios para uma boa relação com os alunos

Ter domínio de habilidades para desenvolver atividades experimentais em sala de aula ou no laboratório.

saber da importância da experimentação como recurso pedagógico no ensino de ciências, assim como para a conhecer a natureza da Ciência.

Outro:

04. Você já participou de alguma atividade com abordagem investigativa?

Sim, na escola de Ensino Médio.

Sim, na Universidade.

Sim, no minicurso.

Nunca.

Nunca, mas li algo sobre.

Nunca, mas já participei de palestra abordando o tema.

Outro:

Apêndice D

Roteiro de entrevista

Olá! Eu me chamo Lucenir Frazão, vou fazer uma série de perguntas organizadas em dois blocos. Essa entrevista faz parte da minha pesquisa de mestrado intitulado Habilidades Científicas na Formação inicial de Professor de Ciências. Gostaria de lembrá-lo (a) que não existem respostas certas ou erradas, pelo contrário estou apenas interessado na sua opinião sobre os temas.

Nesse primeiro bloco gostaria que você lembrasse da atividade que desenvolvemos no laboratório naqueles encontros em julho.

BLOCO 1

P01 - Você já tinha tido contato com a metodologia investigativa?

P01.1 - Como foi o contato com a Metodologia Investigativa?

P02 - O que você mais gostou da nossa oficina?

P02.1 - Que experimento de Física você mais gostou?

P02.2 - Que experimento de Química você mais gostou?

P03- Quais fatores você considerou importante para permanecer até o último encontro da oficina?

P04 – Você achou difícil elaborar hipótese?

P04.1 - O que é necessário para elaborar boas hipóteses?

P05 - Você sabia a diferença entre hipótese e previsão?

P06 - Como o seu grupo escolhia as hipóteses para desenvolver o experimento?

P07 - Tinha algum aluno no seu grupo que era líder na escolha da hipótese?

P08 - E como vocês combinaram o procedimento experimental?

P09 - Como vocês combinaram a escrita dos resultados do experimento?

P10 - Tem alguma coisa que você aprendeu a fazer que não sabia antes?

P11 - Você gostou do desafio proposto?

P12 - E do que você não gostou ou menos gostou da oficina?

BLOCO 02 – SOBRE O CURSO DE LICENCIATURA

P13 - No seu curso há liberdade para que os alunos proponham um experimento?

P14 - Seu curso te preparou para quais metodologias ativas ou alternativas?

P14.1 - No seu curso de Licenciatura algum docente utiliza metodologias ativas nas suas aulas?

P14.2 - Você pode me contar como é?

P15 - É possível usar a metodologia investigativa nas escolas públicas?

P15.1 - Você usará quando for professor?

P16 - Esses tipos de metodologia podem ajudar em que o futuro professor?

ÚLTIMAS PERGUNTAS....

P17 - Como as atividades experimentais investigativas permitem desenvolver habilidades que serão úteis na docência de ciências?

P18 - Por que no seu curso não tem mais aulas como as das atividades da oficina?

P19 - Como você acha que seria um curso de licenciatura ideal neste sentido?

Apêndice E

Atividades Investigativas

As atividades Investigativas são mostradas na seguinte ordem:

Atividade 1/ Código INV1: Transformação química;

Atividade 2/ Código INV2: Ácidos e bases;

Atividade 3/ Código INV3: Relação entre a força resultante e a direção de movimento do corpo;

Atividade 4/ Código INV4: Calorimetria;

Atividade 5/ Código INV5: Galvanização (Cobreação);

Atividade 6/ Código INV6: Comportamento não ôhmico dos Leds;

Atividade 7/ Código INV7: Interferência de Ondas de luz de laser.

ATIVIDADE 1 – TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA

COMO RECONHECER UMA TRANSFORMAÇÃO QUÍMICA?

Nesta atividade, vamos discutir alguns fenômenos, com o objetivo de analisar as características dos materiais antes e depois da transformação que sofreram, evidenciando a ocorrência ou não de reações químicas. Vamos trabalhar com algumas reações químicas, caracterizando o sistema inicial (antes da transformação) e o sistema final (depois da transformação). Esta atividade tem a finalidade de reconhecer que evidências permitem dizer que uma reação química pode ter ocorrido. Procuraremos, também, evidenciar a produção de novos materiais como garantia de que ocorreu uma reação química. (Mortimer, Eduardo Fleury, Andrea Horta Machado. *Química*. Scipione, 2003).

Problema: Como identificar e descrever uma transformação química e novas substâncias formadas por meio da observação de fenômenos provocados no laboratório?

PARTE A - A REAÇÃO ENTRE ÁCIDO CLORÍDRICO E ZINCO

Material

1 tubo de ensaio
1 proveta de 5 mL ou um conta-gotas
Pedaços pequenos de zinco
Solução de ácido clorídrico (HCl) em uma concentração de 1 mol/L.

REALIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS (Em grupo)

1. Colocar aproximadamente 2 mL (40 gotas) da solução de HCl no tubo de ensaio.
2. Adicionar um pedaço pequeno de zinco no tubo com a solução.
3. Coletar e registrar os resultados.

PARTE B - REAÇÃO ENTRE SOLUÇÕES DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO E SULFATO DE COBRE (II)

Material

Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L
Solução de sulfato de cobre (II) (CuSO₄) 0,1 mol/L
1 tubo de ensaio
1 proveta de 5 mL ou um conta-gotas.

REALIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS (Em grupo)

1. Colocar aproximadamente 2 mL (40 gotas) de solução de NaOH 0,1 mol/L em um tubo de ensaio.
2. Adicionar proximadamente a mesma quantidade da solução CuSO₄ 0,1 mol/L ao tubo com a solução de NaOH.
3. Coletar e registrar os resultados.

PARTE C - REAÇÃO ENTRE SOLUÇÕES DE ÁCIDO CLORÍDRICO E HIDRÓXIDO DE SÓDIO

Material

Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 5 mol/L

Solução de ácido clorídrico (HCl) 5 mol/L

1 tubo de ensaio

1 proveta de 5 mL ou um conta-gotas.

REALIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS (Em grupo)

1. Colocar aproximadamente 2 mL (40 gotas) da solução de NaOH 5 mol/L em um tubo de ensaio.
 2. Adicionar aproximadamente a mesma quantidade de solução de HCl ao tubo com a solução de NaOH.
 3. Coletar e registrar os resultados.
-

PARTE D - REAÇÃO ENTRE SOLUÇÕES DE ÁCIDO CLORÍDRICO E HIDRÓXIDO DE SÓDIO NA PRESENÇA DE FENOLFTALEÍNA

Material

Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 5 mol/L.

Solução alcoólica de fenolftaleína, solução de ácido clorídrico (HCl) 5 mol/L.

1 tubo de ensaio.

1 proveta de 5 mL ou um conta-gotas.

REALIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS (Em grupo)

1. Colocar aproximadamente 2 mL (40 gotas) de NaOH 5 mol/L no tubo de ensaio.
 2. Adicionar, ao mesmo tubo, 2 gotas da solução alcoólica de fenolftaleína e agite, levemente, o tubo.
 3. Adicionar solução de HCl 5 mol/L ao mesmo tubo, até dobrar o volume da solução e agite, levemente, o tubo.
 4. Registrar e coletar os resultados.
-

ETAPA INDIVIDUAL – NOME: _____

Observação: Os itens “a” e “b” – referem-se a etapa individual e será realizada antes dos procedimentos experimentais.

a) Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento.

b) Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você está testando e indique as suposições assumidas.

ETAPA COLETIVA – NOME DA EQUIPE: _____

Observação: Os itens “c”, “d” e “e” – referem-se a etapa coletiva, porém cada participante fará seus registros individualmente.

c) Realize o experimento e registre os resultados de forma apropriada.

d) Analise o resultado do experimento e verifique se está de acordo com a sua previsão?

e) Baseado na sua previsão e no seu resultado do experimento, a hipótese descrita no item “a” responde ao problema dado?



ATIVIDADE 2 – ÁCIDOS E BASES

Experimento - Como identificar ácidos e bases?

Imagine a seguinte situação: Você recebeu a tarefa de identificar se algumas substâncias têm caráter ácido ou básico, mas não dispõem de nenhum instrumento que possa ser utilizado para fazer o teste de acidez ou basicidade, como por exemplo, um peagâmetro e/ou outros reagentes que deem esta indicação. Então você lembra da aula de Química, onde aprendeu que existem vários corantes naturais presentes em folhas, frutas ou flores que podem ser usadas como indicadores ácido-base. Próximo à sua casa ou escola há uma feira de produtos agrícolas onde há variedades de frutas, verduras e legumes. Seria possível que através de uns dos produtos da feira encontrar uma substância que fosse um indicador ácido-base? Você escolhe o repolho roxo.

Problema: Como identificar experimentalmente o caráter ácido e básico de uma substância a partir do repolho roxo?

Fonte: GIBIN, G. B.; FILHO, M. P.S. *Atividades experimentais investigativas em Química e Física: uma abordagem para o Ensino Médio*. 1.ed. São Paulo: Livraria da Física. 2016. p.94-102 (Adaptado)

Como foi preparado extrato indicador de acidez (o extrato já está disponível nas bancadas).

Material

- folhas de repolho-roxo
- 1 recipiente plástico de 1000 mL
- 1 frasco de plástico

Procedimento

1. Pegar cinco folhas de repolho-roxo e coloque no recipiente plástico.
2. Levar o recipiente com água e o repolho roxo ao congelador por 1 hora.
3. Deixar descongelar à temperatura ambiente. Se for necessário amasse as folhas para extrair o extrato.
5. Recolher o líquido em um frasco limpo. Rotular e conservar em geladeira.



Testando materiais com extrato indicador

Material

- 10 tubos de ensaio
- Solução contendo o extrato indicador produzido previamente.
- 1 conta-gotas
- Materiais a serem testados, como: ácido clorídrico, vinagre, refrigerante de limão, cloreto de sódio, sabonete, bicarbonato de sódio, hidróxido de sódio, limão, detergente neutro (entre outros).

ETAPA INDIVIDUAL – NOME: _____.

a) Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento.

b) Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você está testando e indique as suposições assumidas.

ETAPA COLETIVA – NOME DA EQUIPE _____

Observação: Os itens “c”, “d” e “e” – referem-se a etapa coletiva, porém cada participante fará seus registros individualmente.

REALIZAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

1. Numere os tubos e adicione a cada um deles 5 mL de um dos materiais a serem testados, acrescente 5 mL de água e agite bem.
2. Observe e anote a cor inicial de cada solução.
3. Adicione 10 gotas do extrato de repolho-roxo e agite.
4. Observe e anote a cor final de cada solução após acrescentar o extrato de repolho roxo.

Destino dos resíduos.

Por se tratar de pequenas quantidades, as soluções preparadas podem ser misturadas com água e drenadas pela pia.

c) Realize o experimento e registre os resultados de forma apropriada.

d) Analise o resultado do experimento e verifique se está de acordo com a sua previsão.

e) Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no tem “a” responde ao problema dado?

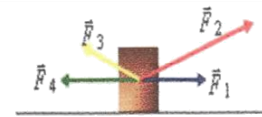
ATIVIDADE 3 – RELAÇÃO ENTRE A FORÇA RESULTANTE E A DIREÇÃO DE MOVIMENTO DO CORPO

Uma habilidade que os cientistas usam em seus trabalhos é a habilidade de explicar dados inesperados ou anômalos. É frequente um cientista realizar um experimento, e obter uma informação que parece contraditória a sua expectativa. Após realizar o experimento, ele precisa modificar a explicação ou revisar algumas suposições iniciais.

Em um experimento de teste, os estudantes usam uma explicação ou um paralelo para fazer uma previsão do resultado de um experimento. Em seguida, realizam o experimento e registram seus resultados. Baseado no (des)acordo da previsão e o resultado do experimento, e levando em conta as suposições e incertezas, o estudante deve fazer um julgamento sobre sua hipótese (explicação) que está sendo testada.

Segunda Lei de Newton: A mudança de movimento é proporcional variação do movimento linear do corpo com o tempo:

$$\vec{F}_R = \frac{d(m\vec{v})}{dt}$$



A força resultante será igual a soma vetorial de todas as forças aplicadas:

Problema: Com base nos seus conhecimentos sobre os conceitos de força projete um experimento para testar uma hipótese: “Um objeto SEMPRE se move na direção da força resultante exercida sobre ele.”

Materiais:

- 1 Bola de bilhar (ou de tênis)
- 1 taco de madeira
- 1 Carrinho de fricção
- 1 fita gomada

ETAPA INDIVIDUAL

NOME: _____

a) Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento.

b) Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você está testando e indique as suposições assumidas. Você pode desenhar as forças no experimento proposto.

ATIVIDADE 4 - CALORIMETRIA

Experimento Energia Fornecida pelos Alimentos.

Alimentos e energia



A cada dia que passa as pessoas estão mais preocupadas com os alimentos que consomem, pois estudos apontam que uma dieta alimentar equilibrada, juntamente a exercícios físicos regulares, é indispensável para a manutenção da saúde e prevenção de obesidade, diabetes, colesterol alto, entre outros problemas de saúde. Os alimentos são utilizados pelo homem como fonte de matéria e energia para poder realizar suas funções vitais, incluindo o crescimento, a movimentação, a reprodução etc. A produção de energia pelo corpo humano ocorre a partir da digestão dos alimentos, em que acontece uma série de transformações químicas que convertem moléculas complexas em moléculas mais simples. Nas células do organismo acontecem, com estas moléculas, transformações químicas que são responsáveis pelo fornecimento da energia.

Os rótulos nutricionais dos alimentos trazem informações sobre os valores energéticos que eles proporcionam ao organismo. Estudos mostram que os valores de energia consumidos por uma pessoa (adulto) de 70 kg são, em média, 2.500 calorias por dia. Se for ingerida uma quantidade de calorias superior à que o corpo precisa para manter suas atividades, o excesso será transformado em tecido gorduroso (adiposo), provocando o aumento de “peso”.

Fonte: SÃO PAULO (Estado) Sec. da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Subsídios para implementação da proposta curricular de química para o 2º grau. Coord. Marcello de Moura Campos. São Paulo: SE/CENP/FUNBEC, 1979. GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Interações e Transformações – Livro de Laboratório: Módulos III e IV. São Paulo: EDUSP, 1999.

Problema: Supondo que uma pessoa disponha dos seguintes alimentos: pão torrado, amendoim, nozes e castanha. Qual desses alimentos forneceria maior quantidade de energia?

Estão disponíveis nas bancadas vários materiais e entre eles:

- 1 pinça de madeira
- 1 calorímetro (ou um calorímetro construído com caixa de leite)
- Fósforos
- 2 tubos de ensaio
- 1 proveta de 10mL
- 1 termômetro para aquecimento -10°C a 110°C
- 1 balança
- 1 Lamparina a álcool (ou vela)
- Água destilada
- 1 clipe aberto para prender/espetar o alimento
- Pão torrado
- Grãos de amendoim ou pedaços de nozes ou castanhas (podem ser outros alimentos!).



O que fazer?

A partir do problema enunciado e dos materiais disponíveis proponha um procedimento experimental de modo que o problema proposto seja solucionado. Os alimentos da lista de materiais são sugestivos.

ETAPA INDIVIDUAL

Nome: _____

a) Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento.

b) Escreva uma breve descrição do seu procedimento e materiais que serão necessários para testar a hipótese apresentada.

c) Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você descreveu no item “a” indique as suposições assumidas.

ETAPA COLETIVA **Nome da Equipe:** _____

Observação: os itens “d” a “g” referem-se a etapa coletiva, porém cada participante fará seus registros individualmente.

d) Descreva o procedimento experimental que o grupo considera adequado para realizar o teste.

e) Escreva a previsão dos resultados do experimento a ser realizado. Liste as suposições e como elas podem afetar a sua previsão.

f) Realize o experimento teste proposto pelo grupo, no item “d” e registre os resultados de forma apropriada.

g) Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no item “a” responde ao problema dado?

ATIVIDADE 5 – GALVANIZAÇÃO: COBREACÃO

4º Encontro: Galvanização – Cobreação (Adaptado)

Por que a galvanização é importante?

Você já deve ter visto aparelhos de academia ao ar livre em parques, praças ou condomínios. É provável que tenha notado que a pintura do metal é diferente, e a galvanização é importante para sua resistência e durabilidade. Esse é um processo que faz parte da fabricação dos aparelhos e também aparece em outros itens e produtos com os quais se tem contato no dia a dia, mas nem sempre se sabe exatamente qual é a sua finalidade. A galvanização é importante para vários produtos, materiais e peças comuns em nosso dia a dia, como os seguintes: Pregos; Tubos hidráulicos de aço; Chapas metálicas; Portões sociais ou de garagem; Churrasqueiras; Bancos de aço, entre outros. Além disso, os aparelhos de academia ao ar livre para implementar em praças públicas, parques, praças e condomínios também passam por esse processo tão importante para conferir mais resistência ao aço. Embora os efeitos da galvanização não sejam permanentes, porém são muito duradouros. É possível que equipamentos que tenham passado pelo processo de galvanização mantenham suas características em perfeito estado por até 30 anos, o que é um prazo bem longo. Porém, por mau uso ou pela intensidade da ação do tempo, pode ser que esse período seja menor, embora a resistência e integridade do material perdurem por longos anos. Isso pode ser comprovado pelos equipamentos de academia ao ar livre, os quais passam por chuvas, variações de temperatura e outras ações do tempo e, ainda assim, conservam muito bem suas propriedades. Ainda que seja um processo industrial utilizado há mais de 170 anos, a galvanização ainda mantém sua qualidade até os dias de hoje, mesmo com tantas inovações tecnológicas que surgiram desde então. O custo-benefício da galvanização também é ótimo, principalmente quando se leva em consideração o fato de os produtos e equipamentos que passam por ela poderem durar até 30 anos sem precisar de manutenções. Outro ponto em que a galvanização é importante é em sua colaboração para o meio ambiente, já que os galvanizados possuem maior vida útil e sofrem menos desgaste, o que resulta em economia e sustentabilidade. Além disso, depois de passados longos anos, os produtos e equipamentos galvanizados podem ser submetidos ao processo de reciclagem. Assim, a matéria-prima pode ser totalmente reutilizada, sem qualquer indício de ferrugem, o que também minimiza o impacto ambiental.

Fonte (com adaptações): << <https://ginast.com.br/galvanizacao-e-importante/>>> Acesso em 15.06.2019

Fonte: Adaptado do GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. Interações e Transformações – Livro de Laboratório: Módulos III e IV. São Paulo: EDUSP, 1999.

Recorte de uma reportagem: “Galvanização amplia vida útil do metal”

Uma pesquisa realizada pela empresa norte-americana CC Technologies avaliou que de 1% a 5% do PIB dos países são consumidos pela corrosão do ar. No Brasil, um estudo do professor Vicente Gentil, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, estimou essa relação em 4%. Em 2010, o prejuízo teria sido de R\$ 147 bilhões.

Fonte: << https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/8507-galvanizacao-amplia-vida-util-do-metal>> Acessado em 15.06.2019

Problema: Qual a espessura de cobre galvanizado protege de fato um material metálico contra a corrosão?

O que fazer? A partir do problema enunciado e dos materiais disponíveis que você considerar pertinentes proponha um procedimento experimental de modo que o problema proposto seja explicado.

ETAPA INDIVIDUAL

Nome: _____

a) Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento.

b) Escreva uma breve descrição do seu procedimento e materiais que serão necessários para testar a hipótese apresentada.

c) Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você descreveu no item “a” indique as suposições assumidas.

ETAPA COLETIVA

Nome da Equipe: _____

Observação: os itens “d” a “g” referem-se a etapa coletiva, porém cada participante fará seus registros individualmente.

d) Descreva o procedimento experimental que o grupo considera adequado para realizar o teste.

e) Escreva a previsão dos resultados do experimento a ser realizado. Liste as suposições e como elas podem afetar a sua previsão.

f) Realize o experimento teste proposto pelo grupo, no item “d” e registre os resultados de forma apropriada.

g) Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no item “a” responde ao problema dado?

Atividade 6 – Explorando a física do LEDs (light-emitting diodes)

O diodo emissor de luz (LED) é usado para a emissão de luz em locais e instrumentos onde se torna mais conveniente a sua utilização no lugar de uma lâmpada. Especialmente utilizado em produtos de microeletrônica como sinalizador de avisos, também pode ser encontrado em tamanho maior, como em alguns modelos de semáforos. Também é muito utilizado em painéis de LED, cortinas de LED, pistas de LED e postes de iluminação pública, permitindo uma redução significativa no consumo de eletricidade (Wikipédia).

Os LEDs estão fazendo grandes avanços na revolução da iluminação, relacionado a eficiência e confiabilidade. Uma lâmpada incandescente convencional de 100 W dá cerca de 1200 lm (Lumen) (12lm/W) e tem em média 1000 h (horas) de vida útil. Por outro lado, um LED moderno fornece 100 lm /W. Além disso, os LEDs desfrutam de uma vida operacional muito longa, excedendo facilmente de 40.000 a 50.000 h.

Segundo Etkina et al. (2014), os LEDs representam uma peça única de equipamento que pode ser usada para coletar evidências experimentais, e construir e testar novas ideias em quase todas as unidades de um curso de física geral (e em muitos cursos avançados).

Nome: _____

Material Disponível:

1 LED vermelho

1 LED verde

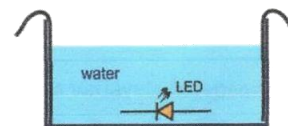
1 LED amarelo

1 Bandeja de vidro com água

1 fonte de 9V

1 voltímetro

Observe o padrão dos LED na bancada e anote. Coloque o LED dentro d'água. Entre dois fios condutores conectados a uma bateria de 9V. Projete um Circuito como o esquema.



Problema 1 – A orientação do LED afeta seu funcionamento?

Estabeleça padrões que você encontrou. Você consegue prover uma explicação?

Problema 2 – Por que o brilho do LED submerso na água depende da separação entre os pontos finais de seus terminais e os terminais da bateria?

Investigue a dependência da intensidade da luz do LED com a separação dos terminais da bateria. Estabeleça padrões. Você consegue prover uma explicação?

EXPERIMENTO OBSERVACIONAL

Problema 3 – O resistor é um dispositivo ôhmico? Como você sabe?

Um condutor é ôhmico se obedecer a duas condições: a) conduzir igualmente em qualquer direção; b) sua resistência deve ser independente de tensão aplicada e da corrente que a atravessa.

Material Disponível:

1 LED vermelho	1 amperímetro e 1 voltímetro
1 LED verde	1 bateria de 3V
8 resistores conectados em série de 22Ω	1 fonte variável de 36V

Projete um experimento para determinar uma relação matemática entre a corrente através de um resistor e a diferença de potencial sobre ele. Para essa atividade utilize a fonte variável.

- Elabore um procedimento para a sua investigação e descreva brevemente seu projeto experimental. Inclua um esboço do seu circuito rotulando seus componentes.
- Que quantidades físicas importantes mudam durante o experimento? Quais são as variáveis independentes e dependentes em sua experiência?
- Construa o circuito de acordo com o "item a". Em seguida, chame seu instrutor de laboratório para verificar o circuito. Depois de ter sido avaliado você pode ligar a fonte de energia.
- Registre seus dados de maneira apropriada. Construa um gráfico. Utilize a parte de trás da folha para registrar seus dados.
- Encontre uma função matemática simples que se ajuste bem aos seus dados. (O Excel possui recursos que permitem que você explore como as diferentes funções se ajustam aos seus dados). Registre a equação obtida no Excel aqui.

Problema 3 – O LED é um dispositivo ôhmico ou não ôhmico?

Baseado em sua experiência anterior, projete um experimento para responder a pergunta problema. Utilize dois LEDs de cores diferentes para observar padrões encontrando nas medidas.

- Indique qual a hipótese que você testará no seu experimento. Não se esqueça de colocar a fundamentação teórica para a sua hipótese.
- Escreva uma breve de seu procedimento e dos materiais que serão necessárias para testar a hipótese apresentada.
- Faça uma previsão sobre o resultado do experimento com base na hipótese que você está testando e indique as suposições assumidas.

ETAPA COLETIVA – NOME DA EQUIPE _____

- Descreva o procedimento experimental que o grupo considera adequado para realizar o teste.
- Escreva a previsão dos resultados do experimento a ser realizado. Liste as suposições e como elas podem afetar seus resultados.
- Realize o experimento teste proposto pelo grupo no item "d" e registre os resultados de forma apropriada.
- Analise o resultado do experimento e verifique se está de acordo com a sua previsão.
- Baseado na sua previsão e no resultado do experimento, a hipótese inicial descrita no item "a" responde ao problema dado?

Atividade 7 – Interferência de Ondas

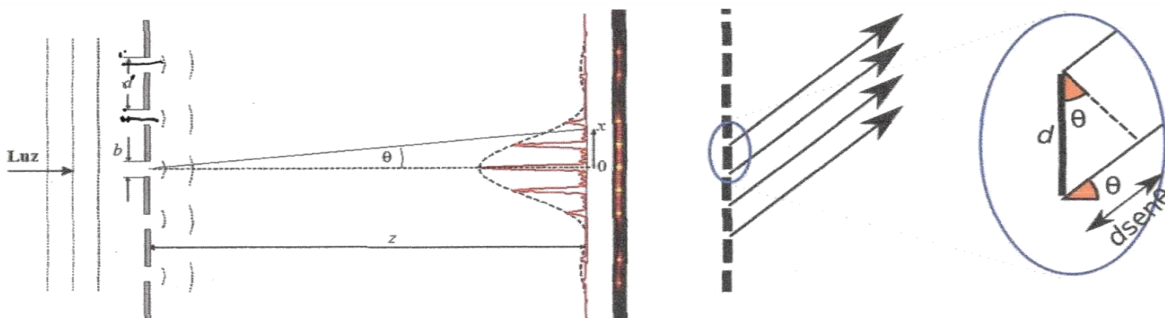
Nome: _____

Você aprendeu que quando a luz interage com objetos cujo tamanho é comparável (dentro de um fator de 100 ou mais) ao comprimento de onda da luz, o comprimento ondulatório da luz se torna significativo. Um exemplo disso é a interferência de fenda dupla.

Você é um técnico na indústria de sabores artificiais. Sua tarefa atual é construir um espectroscópio, equipamento usado para analisar as prioridades de um produto químico que será utilizado em um novo aromatizante. Você planeja usar uma grade de interferência (também conhecida como "grade de difração") como parte importante do aparelho. Uma grade de interferência é uma série de regiões transparentes muito estreitas e espaçadas separadas por regiões opacas (similar a uma cerca de estacas). Quando um feixe de luz de um laser incide na grade de interferência cria um padrão de alternância de regiões claras e escuras semelhantes ao de uma dupla fenda. As regiões luminosas são muito largas. Ainda assim, a equação que localiza as posições dos pontos brilhantes é o mesmo que a equação para a dupla fenda:

$$d \sin \theta = m\lambda,$$

onde d é a distancia entre fendas adjacentes. Você pede uma grade de interferência de uma empresa e chega etiquetado com tendo (656 ± 2) fendas /mm.



Como você fará para determinar se a grade de interferência está rotulada corretamente ou não?
MATERIAL DISPONÍVEL

1 CD (como grade de interferência)
1 ponteira laser
1 régua milimetrada
1 tesoura

1 papel
1 fita adesiva
Suportes (bola de isopor, papelão, estilete)

- Retire a película do seu CD. Com a ponteira laser incida sobre os objetos e observe se existem padrões de interferência. Relate aqui.
- Faça uma representação de seu projeto experimental e dos, materiais necessários. Inclua uma diagrama com legendas, se aplicável.
- Com base na representação do experimento acima, descreva seu método matemático. Quais suposições você está fazendo?
- Realize a experiência e registre seus dados em um formato apropriado.
- Decida se a rotulagem da grade de interferência está consistente com os resultados da sua experiência.

Anexo A

Aprovação do Conselho de Ética em Pesquisa



Continuação do Parecer: 3.177.610

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1285443.pdf	26/02/2019 17:24:37		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Carta_Resposta_a_pendencias_pdf.pdf	26/02/2019 17:18:35	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
Outros	CARTA_CONFIDENCIALIDADE_PESQUISADOR.doc	26/02/2019 17:16:31	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
Outros	Carta_de_confidencialidade_pdf.pdf	26/02/2019 17:13:07	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_atual.pdf	26/02/2019 17:11:52	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_assinada.pdf	25/01/2019 13:22:56	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	17/01/2019 13:11:52	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito
Outros	Carta_Anuencia.pdf	17/01/2019 12:34:27	LUCENIR DA SILVA FRAZAO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 28 de Fevereiro de 2019

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teresina, 495
Bairro: Adrianópolis
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)3305-1181

CEP: 69.057-070

E-mail: cep.ufam@gmail.com