

## **Atividades experimentais investigativas e a habilidade de elaborar hipóteses na formação inicial de professores**

**Experimental investigative activities and the ability to propose hypotheses in initial teachers training**

**Actividades experimentales de investigación y capacidad de preparar hipótesis en la formación inicial de profesores**

Recebido: 25/03/2021 | Revisado: 09/04/2021 | Aceito: 12/04/2021 | Publicado: 22/04/2021

**Lucenir da Silva Frazão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6462-722X>  
Secretaria de Estado de Educação e Desporto do Amazonas, Brasil  
E-mail: [niko.fraza@gmail.com](mailto:niko.fraza@gmail.com)

**Marta Silva dos Santos Gusmão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1034-155X>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [mgusmao@ufam.edu.br](mailto:mgusmao@ufam.edu.br)

**Ettore Paredes Antunes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4200-5980>  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
E-mail: [ettore.ufam@gmail.com](mailto:ettore.ufam@gmail.com)

### **Resumo**

Neste trabalho buscamos identificar as contribuições das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento da habilidade científica de projetar um experimento para testar uma hipótese durante a formação inicial de discentes de Licenciatura em Física e em Química. Realizamos uma pesquisa qualitativa com 20 participantes de cursos de uma Universidade Federal no Norte do Brasil. Por intermédio de uma oficina com experimentação investigativa no laboratório, os discentes elaboraram suas hipóteses e realizaram os experimentos para testá-las. Os dados foram coletados por meio de atividades escritas realizadas e entrevistas, as quais foram analisadas, respectivamente, por rubricas e pela Análise Textual Discursiva. Constatamos que as atividades experimentais investigativas são uma alternativa promissora para desenvolver a habilidade de elaborar hipótese, porém a pesquisa mostra que essa habilidade necessita ser trabalhada em atividades com maior tempo de duração.

**Palavras-chave:** Ensino; Atividades experimentais investigativas; Habilidades científicas; Formação de professor.

### **Abstract**

In this work, we seek to identify the contributions of experimental investigative activities to the development of the scientific ability to propose hypotheses in undergraduate Physics and Chemistry students. We conducted a qualitative research with 20 participants of the courses of an Federal University in the North of Brazil. By a workshop with investigative experimentation in the laboratory, the students elaborated their hypotheses and carried out the experiments. Data were collected through written activities of each activity performed and interviews that were analyzed, respectively, by rubrics and Textual Discursive Analysis. We found that experimental investigative activities are a promising alternative to develop the ability to elaborate hypotheses, however the research shows that this skill needs to be worked on by activities with a longer duration.

**Keywords:** Teaching; Investigative activities; Scientific abilities; Teacher training.

### **Resumen**

En este trabajo buscamos identificar los aportes de las actividades de investigación experimental al desarrollo de la capacidad científica para desarrollar hipótesis en estudiantes de pregrado de Física y Química. Realizamos una investigación cualitativa con 20 participantes del curso de una Universidad Federal en el norte de Brasil. A través de un taller con experimentación investigativa en el laboratorio, los estudiantes elaboraron sus hipótesis y llevaron a cabo los experimentos. Los datos fueron recolectados a través de actividades escritas de las actividades realizadas y entrevistas, las cuales fueron analizadas, respectivamente, por rúbricas y el Análisis Textual Discursivo. Se encontró que las actividades experimentales investigativas son una alternativa prometedora para desarrollar la capacidad de elaborar hipótesis, sin embargo la investigación muestra que esta habilidad necesita ser trabajada en actividades de mayor duración.

**Palabras clave:** Ensenanza; Actividades experimentales de investigación; Habilidades científicas; Formación de profesores.

## 1. Introdução

Ensinar ciências envolve muito mais que dominar conhecimentos sobre a matéria a ser ensinada. Uma das necessidades formativas para futuros docentes é que eles aprendam a produzir/elaborar atividades de ensino que abordem aspectos que contemplem a construção de conhecimentos (Carvalho & Gil-Pérez, 2011). No entanto, seja na Educação Básica ou nos cursos superiores de formação docente, ainda prevalecem metodologias de ensino pautadas na perspectiva reducionista e de reprodução de conhecimentos científicos (Demo, 2014).

A recém aprovada Base Nacional Comum Curricular orienta que a aprendizagem dos alunos da Educação Básica brasileira se desenvolva por meio de habilidades e competências. As orientações desse documento causam impacto na formação de professores, uma vez que eles são os mediadores dos processos de ensino que desenvolverão as habilidades e competências nos discentes. Os processos investigativos e a utilização de metodologias ativas são bastante evidenciados para que os discentes sejam envolvidos na aprendizagem. Portanto, desenvolver habilidades e competências requer atividades de ensino que vão além das atividades tradicionais (Brasil, 2018).

Nesse contexto, o uso da experimentação configura-se como um recurso pedagógico relevante para o ensino e aprendizagem das ciências. No entanto, os objetivos da experimentação devem ser bem definidos: para a Ciência, eles aludem a processos que envolvem o desenvolvimento de teorias; para o Ensino das ciências, os objetivos apontam para os aspectos pedagógicos concernentes a ensinar ciência, ensinar sobre ciência e ensinar a fazer ciência (Hodson, 1988).

Uma proposta experimental que tem sido defendida por pesquisadores do Ensino de Ciências é a investigativa. A implementação dessas atividades no ensino pode contribuir para reduzir o distanciamento que há entre a Ciência que é ensinada nas escolas de ensino básico e a Ciência que é praticada nas instituições de pesquisa (Munford & Lima, 2007). Os processos envolvidos na resolução de atividades investigativas são pedagogicamente coerentes com o trabalho do cientista, isto é, problematização, planejamento de experimentos, formulação e testagem de hipóteses, coleta e registro de dados experimentais, argumentação, redação de relatório etc. (Carvalho & Gil-Pérez, 2011, Carvalho, 2013, Kassaboehmer, Hartwig & Ferreira, 2015). Além disso, a abordagem experimental investigativa permite a formação e o desenvolvimento do pensamento analítico teoricamente orientado com potencial para despertar a imaginação e a criatividade dos estudantes (Silva, Machado & Tunes, 2010).

Embora sejam bastante difundidas as ideias sobre o potencial das atividades experimentais investigativas para a aprendizagem de conceitos, desenvolvimento de habilidades procedimentais, entre outras, as escolas públicas brasileiras ainda não consolidaram a sua implementação nas aulas de Ciências (Borges, 2002). Vale ressaltar que desde a década de 1990, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997) já apresentavam uma proposta para que os currículos das escolas brasileiras abarcassem aspectos investigativos e situações-problema nas atividades de ensino. Entretanto, ainda prevalecem abordagens pedagógicas baseadas no ensino por meio de transmissão de conteúdos e pouca ênfase aos processos de criação e construção de conhecimentos, nos quais professores e alunos sejam sujeitos ativos.

Inferimos que as atividades experimentais investigativas, como recurso pedagógico, sejam propícias ao desenvolvimento de habilidades científicas, por exemplo: habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese, habilidade de coletar e analisar dados, habilidade de comunicação de ideias por meio da escrita de um relatório, entre outras. De acordo com os estudos de Etkina *et al.* (2006) e Etkina, Karelina e Villasenor (2008), as habilidades científicas estão relacionadas aos processos e métodos que os cientistas utilizam na construção de conhecimentos e na resolução de problemas. Desenvolver essas habilidades está em estreito diálogo com atividades de ensino nas quais os estudantes têm oportunidade de

resolver problemas, seja por meio de atividades de laboratório ou de outras vertentes, isto é, sendo sujeitos ativos na realização de tarefas que exijam o uso dessas habilidades.

Abordaremos, neste artigo, aspectos concernentes à formação inicial do professor os quais tenham coerência com a ideia de que discentes e docentes são sujeitos epistêmicos, que constroem conhecimentos (Becker, 2010), em vez de apenas reproduzir conhecimentos já sistematizados pelas ciências. Assim, daremos ênfase à habilidade de elaborar hipótese, pois ela desempenha um papel ímpar na construção do conhecimento científico: desenvolvê-la exige articulação entre as teorias, as observações e as experiências, assim como a capacidade de criar embasamento teórico e estimular o espírito crítico dos sujeitos envolvidos na sua elaboração (Praia, Cachapuz & Gil-Pérez, 2002).

Diante do exposto, objetivamos identificar as contribuições das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento da habilidade científica de projetar um experimento para testar uma hipótese em licenciandos de Física e Química da Universidade Federal do Amazonas (doravante UFAM).

## **2. Implicações Entre as Atividades Experimentais Investigativas e a Habilidade Científica de Elaborar Hipóteses para a Atividade Docente**

Não é uma tarefa trivial ensinar ciências como a Física e a Química, haja vista a grande dificuldade que os alunos da Educação Básica apresentam em relação à aprendizagem delas, seja pelo elevado grau de abstração, seja porque não percebem a importância dessas disciplinas para suas vidas (Chassot, 2018). A atividade docente exige a articulação de habilidades para ensinar, principalmente, àquelas relacionadas “ao saber preparar” atividades interessantes, e que engajem os discentes na aprendizagem das ciências (Carvalho & Gil-Pérez, 2011).

É necessário que o professor desenvolva competências para organizar e dirigir situações de aprendizagem que sejam significativas para os estudantes e que contemplem a resolução de problemas (Perrenoud, 2000).

Organizar e dirigir situações de aprendizagem [...] É, sobretudo, despende energia e tempo e dispor de competências profissionais necessárias para imaginar e criar outros tipos de situações de aprendizagem, que as didáticas contemporâneas encaram como situações amplas, abertas, carregadas de sentido e de regulação, as quais requerem um método de pesquisa, de identificação e de resolução de problemas. (Perrenoud, 2000, p. 25-26)

As ideias de Perrenoud (2000) concordam que os professores desenvolvam habilidades para realizar atividades de ensino que explorem o protagonismo dos alunos na construção de conhecimentos e nos processos envolvidos nessa construção. Compreendemos que as atividades experimentais investigativas apresentam potencial pedagógico para abordar esses aspectos nos estudantes, sejam eles da Educação Básica ou de cursos superiores de diversas áreas, como os de formação de professores.

Nessa perspectiva, enfatizamos o papel da hipótese no processo de construção de conhecimentos, pois ela permite a articulação entre conhecimentos, teorias, criatividade e espírito crítico dos sujeitos envolvidos na sua elaboração. Ela está articulada a um problema e se configura como uma possível resposta ou solução do mesmo (Praia, *et al.*, 2002).

Na concepção contemporânea de Ciência, os conhecimentos não se configuram como verdades absolutas e inquestionáveis. Becker (2010) enfatiza que o conhecimento como capacidade não está pronto e a atividade docente é fundamental para desenvolver nos discentes a capacidade de (re)construí-lo:

Na concepção atual de docência, tanto professor quanto aluno deve ser compreendido como sujeito epistêmico; sujeito que constrói conhecimento. Tanto para adquirir conhecimento (conteúdo) quanto para construir capacidades cognitivas (estruturas), o sujeito age sobre os objetos (físicos, culturais, simbólicos, científicos, artísticos, éticos, etc.). (Becker, 2010, p. 13)

Desenvolver a habilidade de elaborar hipótese é o ponto de partida para se construir conhecimento. Segundo Etkina e seus colaboradores (2006), as habilidades científicas aludem aos métodos e procedimentos que os cientistas usam para construir conhecimento e resolver problemas, entre eles a hipótese tem papel central. Essas habilidades não se desenvolvem espontaneamente, estão relacionadas à implementação de atividades de ensino que envolvam os discentes no processo de investigação e resolução de problemas. Dessa forma, as atividades experimentais investigativas apresentam indícios que podem favorecer o desenvolvimento de habilidades científicas, entre elas a elaboração de hipóteses.

Os professores em formação ou no exercício da atividade docente devem ser e estar preparados para elaborar atividades que orientem o tratamento científico dos problemas, de modo que estimulem a emissão de conceitos, assim como a elaboração de hipóteses. Esses momentos são fundamentais para que os discentes expressem suas ideias prévias e façam previsões sobre como resolver um problema, seja ele de natureza teórica ou experimental. Desse modo, conhecendo as concepções prévias ou “teorias pessoais” dos alunos, os professores têm chances de confrontá-las com as teorias aceitas na comunidade científica, gerando, desse modo, conflito cognitivo e ambiente propício para os alunos elaborarem hipóteses coerentes com o corpo de conhecimentos sistematizados pela Ciência (Carvalho & Gil-Pérez, 2011).

### **3. Situações Problemas e Desenvolvimento de Habilidades Científicas**

A proposição de situações-problema na perspectiva do ensino por investigação é convergente com as ideias de Bachelard de que todo conhecimento tem origem em uma pergunta (Bachelard, 1996). Um problema interessante, conforme o pressuposto da experimentação investigativa, mobiliza e engaja o discente na resolução do mesmo, sendo propício à manifestação de habilidades cognitivas, procedimentais e atitudinais (Suart & Marcondes, 2008, 2009).

Etkina e seus colaboradores (2006) descrevem sobre várias habilidades que podem ser desenvolvidas por intermédio de atividades abertas, entre elas, as experimentais, por exemplo a de projetar um experimento para testar uma hipótese, a de conduzir um experimento de aplicação para testar uma hipótese, a de coletar e analisar dados experimentais e de comunicar ideias científicas, entre outras.

Uma maneira de avaliar o desenvolvimento de habilidades científicas em atividades experimentais, nas quais o aluno tem liberdade para projetar, conduzir, coletar, analisar dados e comunicar os resultados dos experimentos, é a utilização de rubricas. Dessa forma, a habilidade científica alvo é dividida em partes menores, as sub-habilidades, a fim de favorecer um refinamento da mesma (Etkina *et al.*, 2006).

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. Elas consistem em instrumentos de avaliação para professores, assim como possibilitam que os próprios alunos se auto-avaliem e entendam o que o problema proposto exige deles para sua resolução, de modo que o foco não seja apenas no resultado do experimento, mas também nos processos envolvidos. Nesse sentido, os estudantes precisam entender o conceito ou habilidade-alvo que devem adquirir ou desenvolver e os critérios para um realizar um bom trabalho em relação a esse conceito ou habilidade (Etkina *et al.*, 2006, Etkina, Karelina & Villasenor, 2008). No Quadro 2, mais adiante, nos Procedimentos Metodológicos, apresentaremos as sub-habilidades e as rubricas avaliativas com as respectivas relações numéricas e descritivas utilizadas nesse estudo para avaliar a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese. Essas rubricas foram adaptadas dos trabalhos de Etkina e seus colaboradores (2006): (0) “Ausente”; (1) “Inadequada”; (2) “Precisa Melhorar”; e (3) “Adequada”.

### **4. Procedimentos Metodológicos**

A pesquisa apresentou abordagem qualitativa, de natureza básica e exploratória. O referencial teórico adotado foi embasado nas ideias de Creswell (2010), o qual menciona que os pesquisadores qualitativos coletam os dados no campo e no

local onde os participantes vivenciam a situação ou problema estudado. São escolhidos intencionalmente o local, os participantes, os eventos (em que os atores seriam observados ou entrevistados) e o processo, o qual envolve a natureza evolutiva dos eventos realizados pelos atores no local (Creswell, 2010, p.212).

Dessa forma, o pesquisador teve a participação integral no planejamento, na realização e na avaliação de uma oficina de atividades experimentais investigativas em um laboratório didático da UFAM com um grupo de estudantes de Licenciatura. Foi feita a escolha intencional do local, dos participantes, dos eventos nos quais os participantes seriam observados e/ou entrevistados, bem como os critérios avaliativos durante os processos envolvidos na oficina. O objetivo principal do estudo foi identificar as contribuições das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento da habilidade científica de projetar um experimento para testar uma hipótese em licenciandos de Física e Química da UFAM.

Participaram da oficina de atividades experimentais investigativas 20 estudantes de Licenciatura, sendo onze do curso de Química e nove de Física. A maioria deles integrava a Residência Pedagógica, à exceção de dois. Os conteúdos trabalhados na oficina eram afins à Física e à Química e já tinham sido apresentados aos participantes, visto que foram selecionados alunos no ciclo profissionalizante ou finalistas do curso. Os critérios éticos foram tomados: os participantes receberam e assinaram o Termo de Consentimento de Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da UFAM. Neste trabalho, os alunos são identificados pela letra do curso seguida de um número.

Os instrumentos de coleta de dados consistiram de:

- a) Atividades escritas coletadas das folhas de atividades dos participantes;
- b) Entrevistas gravadas em áudio para obter a opinião dos participantes sobre alguns aspectos da oficina.

Os encontros da oficina tiveram duração de quatro horas cada um, sendo que os três iniciais tiveram o objetivo de introduzir os licenciandos na metodologia investigativa, visto que era unânime entre eles a não participação em atividades experimentais com essa vertente. Devido à isso, os dados dos encontros iniciais não constam nos resultados deste estudo. Desse modo, a partir de outros três encontros seguintes foram coletados os dados que sustentam as análises desse trabalho.

Os níveis de investigação utilizados nas atividades experimentais foram baseados na proposta de Kasseboehmer e seus colaboradores (2015). Esses níveis são estabelecidos considerando a responsabilidade dos discentes quanto ao seu papel ativo na realização de tarefas experimentais que compreendem: a proposição de um problema (Nível 5); a escolha dos materiais (Nível 4); a elaboração dos procedimentos experimentais (Nível 3); a coleta e análise dos dados (Nível 2); e a comunicação dos resultados (Nível 1).

As atividades experimentais realizadas na oficina foram elaboradas considerando o “nível de investigação 4”, isto é, a partir da proposição de um problema, os discentes ficaram responsáveis pela escolha dos materiais, pela elaboração dos procedimentos experimentais, pela coleta e análise dos dados e comunicação dos resultados, bem como pela descrição de uma hipótese testável. No Quadro 1 são mencionadas a sequência de atividades experimentais realizadas, os temas e os problemas que moveram as investigações.

**Quadro 1.** Atividades, Temas e Problemas que moveram as investigações da oficina.

<b>Atividades Investigativas</b>	<b>Tema</b>	<b>Problema</b>
INV1	Calorimetria	Supondo que uma pessoa disponha dos seguintes alimentos: pão torrado, amendoim, nozes e castanha. Qual desses alimentos forneceria maior quantidade de energia?
INV2	Galvanização (Cobreação)	Qual espessura de cobre galvanizado protege de fato um material metálico contra a corrosão?
INV3	Comportamento não ôhmico dos LEDs	Como identificar experimentalmente se o dispositivo LED é ôhmico ou não ôhmico?

Fonte: Autores.

A realização das atividades investigativas tinha a seguinte dinâmica: inicialmente foram abordados os conceitos importantes de um determinado conteúdo de Física ou de Química, seguido de um problema contextualizado, conforme é mostrado no Quadro 1. Esses eventos mobilizavam os discentes para planejarem individualmente a resolução do problema, a elaboração de suas hipóteses, a proposição do procedimento experimental e a previsão. Em seguida, os discentes, em equipes, realizavam as atividades experimentais, seja descrevendo e executando os procedimentos experimentais, baseados em uma hipótese coletiva, seja coletando e analisando os dados experimentais, bem como comunicando os resultados. Todo esse processo era registrado nas folhas de atividades. Vale ressaltar que no laboratório eram disponibilizados os materiais necessários, além de materiais sugestivos, de modo que os discentes tivessem liberdade para escolher aqueles que julgassem necessários para realizar os experimentos.

A avaliação das hipóteses foi realizada por meio das rubricas descritas no Quadro 2, considerando as atividades escritas registradas nas folhas de atividades. Embora a realização dos experimentos tenha ocorrido em equipes compostas equilibradamente por licenciandos de Física e de Química, cada participante fez seus registros escritos individualmente, fornecendo dessa forma dados para avaliar suas hipóteses.

As folhas de atividades dos participantes apresentavam questões norteadoras, cujos itens estavam respectivamente relacionados a cada uma das sete sub-habilidades mostradas no Quadro 2. A partir da avaliação de cada uma das sub-habilidades foi possível fazer a relação do quantitativo de discentes com as rubricas atribuídas aos mesmos em cada uma das três atividades investigativas da oficina.

Também foi obtida uma pontuação média das sub-habilidades em cada uma das três atividades investigativas, de modo que fosse possível perceber uma pontuação geral para a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese. Dessa forma, por meio da média encontrada em cada uma das três atividades investigativas foram feitas as seguintes considerações: valores entre 0 e 0,5 “Ausente”; entre 0,6 e 1,4 “Inadequada”; entre 1,5 e 2,4 “Precisa Melhorar”; e entre 2,5 e 3,0 “Adequada”. Essas ponderações quanto à obtenção da média tiveram o objetivo de apresentar um histograma da quantidade de licenciandos participantes e as respectivas rubricas obtidas por eles em cada uma das três atividades, de modo que fosse possível encontrar indícios de desenvolvimento da habilidade geral ao longo das investigações realizadas.

**Quadro 2.** Sub-habilidades, critérios e pontuação (P) usadas para avaliar a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese.

<b>P</b>	<b>Sub-1: É capaz de descrever uma hipótese testável?</b>
0	Não há descrição da hipótese.
1	A hipótese é descrita, mas de maneira confusa.
2	A hipótese é descrita com omissões de detalhes.
3	A hipótese é claramente descrita e testável.
<b>P</b>	<b>Sub-2: É capaz de projetar um procedimento experimental que testa a hipótese?</b>
0	Não há descrição de procedimento experimental para o teste da hipótese.
1	A descrição do procedimento experimental é confusa.
2	A descrição do procedimento experimental é parcialmente coerente.
3	A descrição do procedimento experimental é clara e coerente.
<b>P</b>	<b>Sub-3: É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?</b>
0	A previsão não é descrita.
1	A previsão é descrita de maneira confusa.
2	A previsão segue da hipótese, mas apresenta pequenas incoerências.
3	A previsão segue da hipótese e é coerente com a mesma.
<b>P</b>	<b>Sub-4: É capaz de determinar fatores que influenciam no resultado do experimento?</b>
0	Não é feita nenhuma descrição para identificar quaisquer suposições.
1	É feita uma descrição incoerente para identificar as suposições.
2	São descritas suposições relevantes, porém não são significativas para fazer a previsão.
3	São descritas suposições relevantes e significativas para fazer a previsão.
<b>P</b>	<b>Sub-5: É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar as previsões?</b>
0	Não é feita nenhuma descrição sobre os efeitos das suposições.
1	Os efeitos das suposições são descritos vagamente.
2	Os efeitos das suposições são descritos, mas nenhuma tentativa é feita para validá-los.
3	Os efeitos das suposições são descritos, assim como a descrição da validação dos mesmos.
<b>P</b>	<b>Sub-6: É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?</b>
0	Não há descrição que aborde sobre a concordância/discordância entre a previsão e o resultado experimento.
1	É feita uma descrição que aborda sobre a concordância/discordância entre a previsão e o resultado do experimento, porém é confusa.
2	É feita uma descrição que aborda parcialmente sobre a concordância/discordância entre a previsão e o resultado do experimento.
	É feita uma descrição que aborda clara e coerentemente sobre a concordância/discordância entre a previsão e o resultado do experimento.
	<b>Sub-7: É capaz de fazer a análise e retomar a hipótese inicial?</b>
	Não há descrição de análise, bem como a retomada da hipótese.
	É feita uma análise e retomada da hipótese inconsistente com o resultado do experimento.
	É feita uma análise e retomada da hipótese parcialmente consistente com o resultado do experimento.
	É feita a análise e retomada da hipótese consistente com o resultado do experimento.

Fonte: Autores, baseados nas rubricas de Etkina, *et al.* (2006).

Após a oficina, o pesquisador marcou entrevistas com os participantes, dos quais somente dez tiveram disponibilidade para realizá-la. As perguntas feitas na entrevista partiram da avaliação prévia das atividades escritas, assim como do próprio diálogo dos discentes quanto às dificuldades que os mesmos sentiram no decorrer do processo investigativo. As perguntas realizadas na entrevista foram: 1) Você achou difícil elaborar hipótese? 2) Você já sabia a diferença entre hipótese e previsão?

As entrevistas foram transcritas e analisadas considerando as orientações da Análise Textual Discursiva (ATD), a qual “corresponde a uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos” (Moraes & Galliazi, 2016, p. 13).

Nessa metodologia de análise são feitas as leituras e interpretações das respostas dos sujeitos investigados, cujas respostas são fontes de obtenção de fragmentos carregados de sentido. Esses textos fragmentados são analisados e comparados pelas proximidades de sentido, e assim categorizados (Moraes & Galliazi, 2016). Desse modo, as entrevistas dos discentes foram categorizadas considerando-se os seguintes aspectos: principais motivos relacionados à dificuldade de elaborar hipótese e principais ideias sobre a diferença entre hipótese e previsão.

## 5. Resultados e Discussão

Os resultados serão apresentados considerando aspectos individuais e aspectos gerais. Do ponto de vista individual, usaremos como exemplo a Atividade Investigativa 2 (INV2) com resultados dos participantes F01, Q14 e F20, os quais representam bem o modo como foram avaliados os demais participantes ao longo das atividades realizadas.

Faremos a relação do quantitativo de discentes com as respectivas rubricas atribuídas aos mesmos para cada uma das sub-habilidades avaliadas nas três atividades investigativas, visando a identificar indícios de desenvolvimento das sub-habilidades ao longo da oficina.

Do ponto de vista geral, trataremos as rubricas atribuídas aos discentes por meio da pontuação média das sub-habilidades em cada uma das três atividades realizadas, de modo que seja possível perceber se houve evolução ou desenvolvimento dos discentes entre essas três atividades para a habilidade-alvo desse estudo.

Devido ao grande número de dados, não apresentaremos detalhadamente os resultados de todas as sub-habilidades, mas evidenciaremos as principais. No entanto, os resultados concernentes às sub-habilidades e à habilidade geral serão apresentados e discutidos, tendo como referência a Figura 1, adiante.

Traremos, também, as principais percepções dos discentes sobre os motivos associados à dificuldade de elaborar hipóteses, fazendo conexão com todos os resultados obtidos. Ressaltamos que o termo “Faltosos”, das legendas da Figura 1, aludem aos discentes que faltaram no dia da realização de uma determinada atividade.

Na Figura 1 observamos que a maioria dos discentes tem as pontuações associadas às rubricas “Ausente” e “Inadequada” para a sub-habilidade 1: “É capaz de descrever uma hipótese testável”. As atividades escritas evidenciaram grande dificuldade em descrever hipótese testável, sendo essa uma das sub-habilidades fundamentais da habilidade-alvo desse estudo.

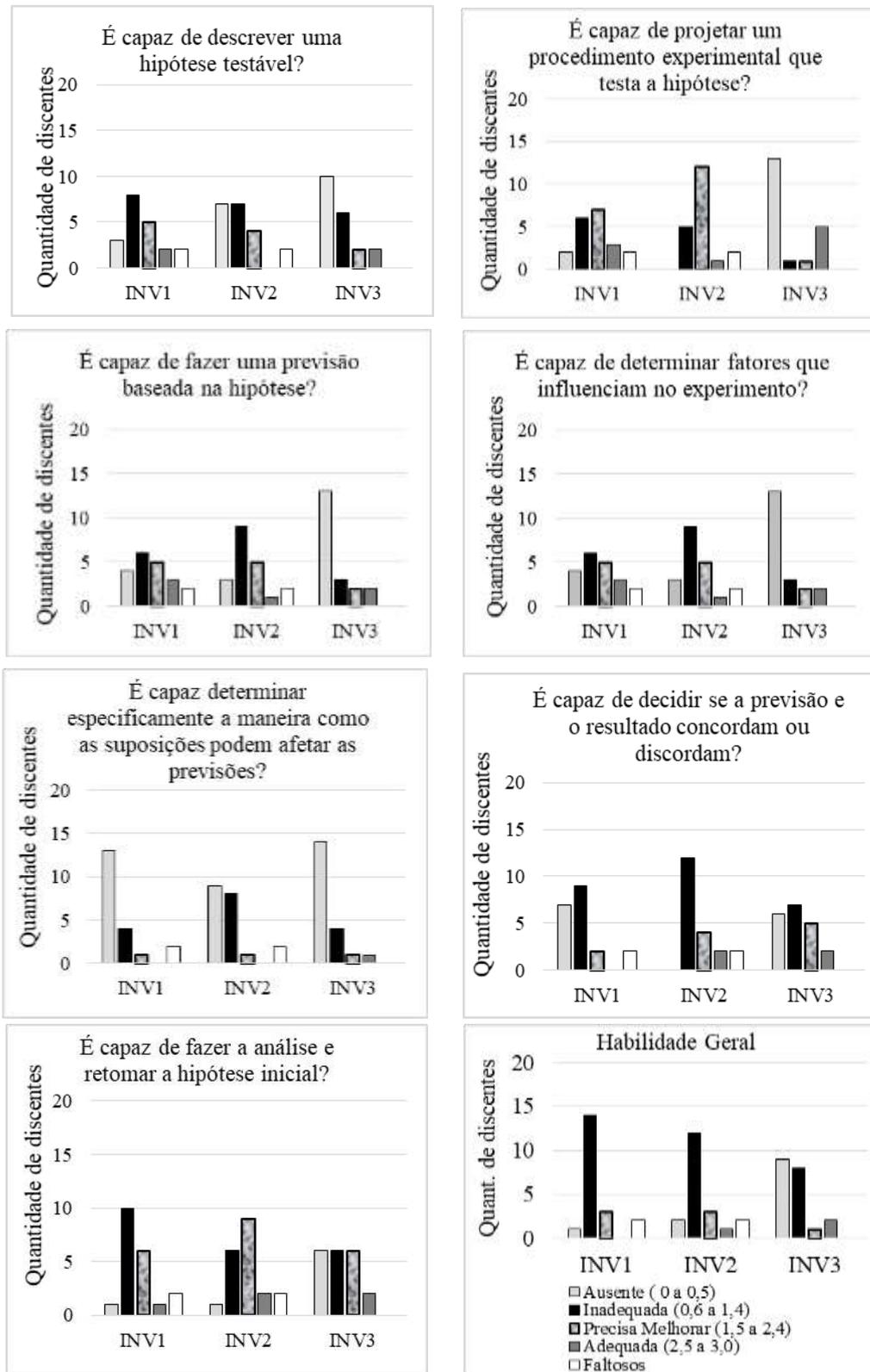
Trazemos o exemplo de uma hipótese com rubrica “Inadequada” (Figura 1) para a INV2 (Galvanização), do discente F20: “De acordo com a pesquisa, vamos galvanizar algum material e ele ficará protegido contra a corrosão”. Percebemos que mesmo após as discussões realizadas nas atividades introdutórias e na INV1, muitos participantes, de forma semelhante ao discente F20, não foram capazes de propor hipóteses melhores que “Inadequadas” na INV2: textos com palavras desconexas, hipóteses que não apresentam condições de serem testadas etc. Apesar disso, trazemos exemplos de rubrica “Precisa Melhorar” para a referida atividade do discente Q14: “Por meio do processo de galvanização revestiremos o parafuso para em seguida colocar num ambiente que provoque a corrosão”.

Também houve rubrica “Adequada” para o discente F01, considerando a INV2: “O metal 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 metal continuar protegido significa que a espessura foi suficiente”.

As hipóteses dos discentes Q14 e F01 apresentam condições de teste e atentam para o problema dado inicialmente, porém somente o F01 atenta melhor para o detalhe relacionado à determinação da espessura suficiente para proteger o metal

contra a corrosão.

**Figura 1.** Quantidade de discentes avaliados pelas rubricas em cada uma das sete sub-habilidades. No último quadro à direita, o gráfico apresenta a média de todas as sub-habilidades utilizadas para descrever a habilidade de elaborar hipótese testável.



Fonte: Autores.

Observando ainda a Figura 1, percebemos que na sub-habilidade 2 “É capaz de projetar um procedimento experimental que testa a hipótese?” a maioria dos discentes têm dificuldades de conectar a hipótese com os procedimentos experimentais. As rubricas predominantes para essa sub-habilidade são a “Inadequada” e a “Precisa Melhorar” na INV1 e INV2 e a “Ausente” na INV3. No Quadro 3 podemos perceber alguns dos projetos experimentais dos licenciandos, referente a INV2.

**Quadro 3.** Descrição do projeto experimental para o teste da hipótese, INV2

Discente	Descrição do projeto experimental	Rubricas
F01	“Será utilizado material metálico (parafuso), cobre, água, e sulfato de cobre dois para a galvanização. Em um béquer 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
Q14	“Revestir o parafuso e testar em corrosão para saber o tempo e voltagem foram suficientes para suportar a corrosão em ácido.”	Precisa Melhorar
F20	“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

Fonte: Autores, com base nas atividades escritas dos discentes.

É possível perceber nas descrições dos projetos experimentais do Quadro 3 que os discentes F20 e Q14 dão pouca atenção para o problema e para a hipótese inicialmente descrita. O discente F20 intenta no seu projeto realizar a galvanização, isto é, o foco é no resultado (obter evidências do fenômeno), mas não descreve como responder ao problema proposto, tampouco testar a hipótese, e assim recebe rubrica “Inadequada”. O discente Q14 atenta para a hipótese, mas não descreve claramente como responder ao problema proposto, deste modo apresenta avaliação “Precisa Melhorar”. O discente F01 apresenta descrição do experimento que testa a hipótese e tem grandes chances de responder ao problema proposto na atividade, obtendo avaliação “Adequada”.

Na Figura 1 observamos os gráficos referentes às sub-habilidades 3, 4, 5 e 6 (respectivamente: “É capaz de fazer uma previsão baseada na hipótese?”, “É capaz de determinar fatores que influenciam no resultado do experimento?”, “É capaz de determinar especificamente a maneira como as suposições podem afetar as previsões?”, “É capaz de decidir se a previsão e o resultado concordam ou discordam?”) predominam as rubricas “Ausente” e “Inadequada” entre as três atividades. Porém, na sub-habilidade 6 é possível perceber que na INV1 há dois discentes com a rubrica “Precisa Melhorar”, na INV2 esse quantitativo aumenta para quatro e, por fim, na INV3 aumenta para cinco. Esse resultado, ainda que timidamente, dá indícios de que alguns discentes tiveram desenvolvimento nessa sub-habilidade.

Notamos ainda na Figura 1, referente à sub-habilidade 7 (“É capaz de fazer a análise e retomar a hipótese inicial?”), que há seis discentes com rubrica “Precisa Melhorar” na INV1; esse número aumenta para nove na INV2, porém na INV3 diminui para seis. Desse modo, não podemos perceber evolução ou desenvolvimento, considerando o quantitativo de discentes avaliados nessa sub-habilidade.

No Quadro 4 serão mostrados exemplos dos registros escritos de alguns discentes que abordam sobre a sub-habilidade 7.

**Quadro 4.** Sub-habilidade 7 – Análise dos resultados e a retomada da hipótese inicial, INV2.

Discente	Descrição das análises e dos resultados do experimento	Rubrica
F01	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 mA =14,58 e a massa final mB =14,63, tendo como variação da massa, ou seja, cobre depositado Variação da massa = 0,05, isto é uma pequena variação, pequena espessura de cobre que foi suficiente para proteger o material.	Adequada
Q14	Nossos resultados não responderam ao problema, não determinamos a espessura de cobre suficiente para evitar a corrosão do material, apesar de termos galvanizado o material metálico. Ocorreram algumas diferenças sobre a tensão certa e o tempo para a galvanização.	Precisa Melhorar
F20	Sim e não, houve o transporte do cobre ao material metálico, mas não seguiu e não foi possível ver a espessura.	Inadequada

Fonte: Autores, com base nas atividades escritas dos discentes.

A partir dos exemplos do Quadro 4, percebemos que o discente F01 faz a retomada da hipótese nas análises dos resultados, assim como faz menção ao problema que desencadeou a investigação da INV2, ainda que os cálculos não sejam plausíveis. Assim, o discente F01 recebe a rubrica “Adequada”. O discente Q14 apresenta nas suas análises aspectos qualitativos referentes ao fenômeno ocorrido, a galvanização, mas não faz a retomada da hipótese. Em contrapartida, ele descreve que seus resultados não responderam ao problema, apesar ter atingido o objetivo de revestir o material metálico com o cobre e recebe rubrica “Precisa Melhorar”. Já o discente F20 tem avaliação “Inadequada”, pois suas análises são incoerentes e sem clareza. Observamos que os resultados descritos apenas fazem alusão aos aspectos qualitativos referentes ao fenômeno ocorrido.

Mediante a pontuação de cada sub-habilidade (Sub-1 à Sub-7) obtivemos uma pontuação média para avaliar a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese em cada uma das três atividades investigativas. Observamos na Figura 1, especificamente no Gráfico Habilidade Geral – que a mesma apresentou elevado grau de dificuldade para ser desenvolvida na oficina. Percebemos que na INV1 não há nenhum discente com a rubrica “Adequada”, já na INV2 há um discente com esta rubrica, e na INV3 há dois participantes nesta categoria. Entre as três atividades, percebemos que ocorreu um decréscimo da rubrica “Inadequada”, porém um acréscimo da rubrica “Ausente”.

Diante dos resultados obtidos, percebemos que há pelo menos três motivos (categorias) bastante explícitos nos discursos dos participantes que estão associados à dificuldade em elaborar hipóteses. Eles são mostrados no Quadro 5, com base nas interpretações de falas com mesmo sentido de alguns participantes, os quais representam o grupo investigado.

**Quadro 5.** Motivos relacionados à dificuldade de elaborar hipótese.

Motivos		Você achou difícil elaborar hipótese?
1	Experimentos com roteiros prontos.	Q17: “Achei, é que eu nunca precisei preparar uma hipótese mesmo na área experimental, então eu não tinha essa preocupação de ter que pensar em alguma hipótese (...)”.
2	Exige conhecimentos específicos e interdisciplinares.	F01: “tem que ter embasamento no conhecimento, tem que ter uma teoria por trás. E (pausa) é principalmente na parte da química (...) era mais difícil saber essas teorias pra fazer o embasamento teórico, pra criar hipóteses que sejam corretas”.
3	Exige tempo para pensar.	Q12: “Eu achei. Eu achei difícil porque eu penso muito devagar. (...) aí fazer uma hipótese, sei lá, em meia hora (...)”.

Fonte: Autores.

### 5.1 Experimentos com roteiros prontos dificultam o desenvolvimento da habilidade de elaborar hipóteses

Os discursos dos discentes evidenciam que a realização de experimentos com roteiros prontos ao longo do percurso acadêmico é um dos motivos relacionados à dificuldade de elaborar hipóteses. Esses experimentos são comumente conhecidos como tradicionais, os quais descrevem todos os passos que devem ser seguidos para a obtenção de resultado já previamente esperado (Borges, 2002). Embora os experimentos tradicionais desenvolvam nos discentes aprendizagem de conceitos, habilidades procedimentais e técnicas, é importante esclarecer que o foco apenas nesses aspectos e em resultados pouco contribui para uma compreensão crítica sobre a utilização das atividades experimentais no ensino das ciências.

Hodson (1988) argumenta que a experimentação tem objetivos pedagógicos que estão relacionados à compreensão crítica dos processos relacionados a aprender Ciência, a aprender sobre a Ciência, e a fazer Ciência. Nesse contexto, a percepção dos discentes concorda com a literatura. Comumente os experimentos tradicionais exploram pouco sobre os objetivos pedagógicos relacionado à natureza da Ciência, já que o foco se resume à obtenção de resultados corretos e não nos processos envolvidos. Dessa forma, a utilização desses experimentos no ensino trazem pouca contribuição para o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões, de resolução de problemas e outras habilidades relacionadas ao fazer científico.

Nesse sentido, é pertinente mencionar Etkina e seus colaboradores (2006), os quais discutem que os experimentos tradicionais dificilmente desenvolverão habilidades como a de elaborar hipóteses e fazer previsões dos resultados do experimento, principalmente, quando não há familiaridade com atividades experimentais que exploram esse aspecto, como por exemplo, as investigativas. Ressaltam, ainda, que a própria literatura científica, frequentemente, não faz distinção entre hipótese e previsão. Esses aspectos foram observados nas atividades experimentais realizadas no laboratório, e mais uma vez reforçam a concepção de que a realização de experimentos com roteiros prontos, do tipo “verificacionista” não desenvolvem a capacidade de fazer previsões de experimento, tampouco de elaboração de hipóteses.

Nessa perspectiva, trazemos as ideias dos discentes referentes à diferença entre hipótese e previsão. As respostas apontam que: 1) Alguns não sabiam diferenciar hipótese de previsão; 2) outros sabiam, mas tinham dificuldade de escrever a sua previsão; e 3) outros consideram que a previsão e hipótese são termos muito parecidos, conforme mostrado no Quadro 6. Tais resultados são concordes com os estudos de Etkina e seus colaboradores (2006), conforme discutido anteriormente.

**Quadro 6.** Ideias dos discentes sobre a diferença entre hipótese e previsão.

Diferença entre hipótese e previsão		Respostas dos discentes sobre a diferença entre hipótese e previsão
1	Não sabia.	F10: “Não, não sabia, aprendi lá na oficina”.
2	Sabia, mas tinha dificuldade de escrever a sua previsão.	Q07: “Eu sabia teoricamente né? Mas na hora de escrever, eu não conseguia muita coisa não, então acho que na prática não foi como eu imaginava”.
3	Entendia que hipótese e previsão são termos parecidos.	Q15: “É, eu tipo, eu considero um pouco parecido os dois, eu não vou negar. Aí, acho que lá eu pude ter uma visão mais ampla da diferença entre os dois”.

Fonte: Autores.

As ideias dos discentes sobre a diferença entre hipótese e previsão nos levam a constatar que, por estarem acostumados a realizar atividades experimentais com roteiros prévios, eles apresentaram dificuldades para evidenciar por meio da escrita essas e outras sub-habilidades relacionadas à habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese. Em virtude dessas dificuldades iniciais de elaborar hipótese testável e fazer previsão do resultado do experimento baseado em uma hipótese, mais dificuldades surgiram ao logo do processo de condução das atividades experimentais propostas na oficina.

Percebemos que os discentes se mobilizaram para resolver o problema, seja pensando, seja elaborando, seja realizando procedimentos. Desse modo, a habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese apresenta chances de ser desenvolvida por intermédio de atividades experimentais investigativas. Ainda que eles apresentem dificuldades em resolver os problemas experimentalmente, o envolvimento dos mesmos na investigação possibilitará a identificação de suas

dificuldades, e quanto mais realizarem experimentos investigativos, mais chances terão de desenvolver as habilidades que ainda não dominam.

## 5.2 Elaborar hipóteses exige conhecimentos específicos e interdisciplinares

Outro motivo apontado pelos discentes como um fator relacionado à dificuldade de elaborar hipóteses é a falta de conhecimento específico para desenvolver as tarefas. Essa percepção também é coerente com a literatura específica.

Nesse sentido, fazemos menção ao estudo de Etkina *et al.* (2008), no qual as pesquisadoras fazem discussões sobre a dependência entre o conhecimento específico e o desempenho dos estudantes em relação às habilidades cognitivas. No referido estudo, as autoras argumentam que os próprios cientistas profissionais, quando enfrentam tarefas fora da sua área de especialização, apresentam dificuldades que se refletem na limitação de suas habilidades. Possivelmente este fator influenciou no desempenho dos estudantes, no entanto, os resultados gerais não indicam evidências relevantes nesse aspecto.

Nessa perspectiva, Praia *et al.*, (2002) discutem que a hipótese tem papel imprescindível na construção de conhecimento científico e é uma tarefa de difícil elaboração, pois exige criatividade, conhecimento teórico, articulação e diálogo entre teorias, observações e experiências.

Percebemos que a elaboração de hipóteses não é uma tarefa trivial, pois exige grande esforço do estudante para criar, articular conhecimentos teóricos específicos e interdisciplinares, conhecimentos procedimentais e técnicos, assim como espírito crítico.

Essas compreensões são convergentes com as ideias de Praia e seus colaboradores (2002), anteriormente citadas. Os discentes foram bem claros quanto ao entendimento de que as atividades experimentais investigativas mobilizam conhecimentos não somente de uma área específica, Física ou Química, mas também interdisciplinares, conforme o discurso do discente F01, mostrado no Quadro 5.

## 5.3 Elaborar hipóteses exige tempo para pensar

O outro fator relacionado à dificuldade de elaborar hipóteses, evidenciado no discurso dos discentes, é o tempo. É importante destacarmos a influência desse fator nos resultados obtidos, uma vez que os discentes participantes ainda não tinham realizado experimentos investigativos durante o seu percurso acadêmico.

Nesse sentido, Etkina e seus colaboradores (2006) argumentam que há grande dificuldade para desenvolver habilidades científicas sem estar envolvido em situações que permitam esse desenvolvimento.

Com o passar do tempo e com o envolvimento dos discentes em atividades planejadas, eles compreendem melhor a abordagem utilizada e têm grandes chances de desenvolverem as habilidades-alvo das tarefas de investigação.

Diante dessas percepções, é importante destacar o papel das atividades experimentais investigativas como propício para desenvolver a elaboração de hipóteses nos discentes. A abordagem experimental investigativa abrange aspectos nos quais os discentes são ativos na construção de conhecimentos, e o foco dos experimentos não consiste apenas nos resultados obtidos, mas nos processos envolvidos. Desse modo, percebemos que há elementos substanciais para envolver os professores em formação inicial nos processos coerentes com a construção de conhecimentos, de modo que eles se compreendam como sujeitos epistêmicos, que constroem conhecimentos (Becker, 2010).

Os resultados obtidos 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 (Borges, 2002, Carvalho, 2013).

A partir da indagação que moveu este trabalho, identificamos algumas contribuições das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento da habilidade científica de elaborar hipóteses na formação inicial de professores. Entre

as contribuições, podemos citar: o envolvimento dos discentes na investigação, a iniciativa para resolver o problema, a persistência na busca de uma solução plausível, assim como o estímulo para a descrição das hipóteses. Apesar das dificuldades na descrição de uma hipótese testável, percebemos que é com o envolvimento na busca da solução de um problema, com a realização de tarefas e com a persistência na realização das mesmas que os discentes vão desenvolvendo a habilidade.

Uma das implicações dos resultados deste estudo para os professores em formação concerne às orientações da BNCC (Brasil, 2018) e BNC-Formação (Brasil, 2019). Esses documentos são convergentes quanto ao ensino ser propício ao desenvolvimento de habilidades do próprio fazer científico e suas práticas basilares como a criação, a validação e a incorporação de conhecimentos – que estão vinculados à elaboração de hipóteses, aos testes de hipóteses e o processo de socialização e registro de conhecimento científico. Os professores tem papel relevante nesse aspecto, pois são eles que mediarão os processos de ensino e aprendizagem que desenvolverão as habilidades e competências nos estudantes. Assim, é de extrema importância abordar sobre essa temática na formação de professores.

Nossa percepção é que todos esses aspectos foram trabalhados na oficina de experimentos investigativos realizados no laboratório didático e que podem ser implementados na formação inicial de professor de ciências, como a Física e a Química. Também trazem contribuição para que os professores em formação tenham uma visão de Ciência mais coerente como uma empreendimento humano e que está em constante evolução (Pérez *et al.*, 2001).

## 6. Considerações Finais

Por meio de uma oficina de experimentos investigativos em um laboratório da UFAM coletamos os registros escritos dos participantes para identificar o desenvolvimento da habilidade de projetar um experimento para testar uma hipótese. As atividades escritas foram avaliadas por meio de rubricas “Ausente”, “Inadequada”, “Precisa Melhorar” e “Adequada”. Os participantes eram licenciandos de Física e de Química, a maioria deles da Residência Pedagógica, os quais ficaram responsáveis por desenvolver as atividades experimentais partindo apenas de um problema.

Constatamos que aprender a “construir conhecimento” tem estreita relação com a capacidade de resolver problemas, pois envolve a mobilização de muitas habilidades, como as cognitivas, procedimentais e atitudinais, e a hipótese desempenha papel relevante nessa construção. Percebemos que as atividades experimentais investigativas são promissoras para que se desenvolva a habilidade de elaborar hipóteses em cursos de formação inicial de professores de Física e Química, porém, é necessário que sejam trabalhadas mais atividades que explorem esse aspecto.

Os principais resultados obtidos pela pontuação média em cada uma das atividades da oficina mostram que inicialmente (INV1) não há nenhuma avaliação “Adequada” e nas atividades finais há 10% (INV1 e INV2) dos participantes nessa categoria. Ocorreu um decréscimo da avaliação “Inadequada”, porém um acréscimo da avaliação “Ausente”.

Esses resultados estão associados à realização costumeira de experimentos com roteiros prontos, a falta de domínio de conhecimentos específicos ou interdisciplinares e o tempo demandado na realização de uma atividade experimental investigativa. Ressaltamos que foi unânime entre os licenciandos a não participação antes da oficina em atividades experimentais investigativas. Desse modo, identificamos algumas contribuições das atividades experimentais investigativas para o desenvolvimento da habilidade científica de elaborar hipóteses na formação inicial de professores. Dentre as contribuições, destacamos: o envolvimento dos discentes na investigação, a iniciativa para resolver o problema, a persistência na busca de uma solução plausível, assim como o estímulo para a descrição das suas hipóteses.

Podemos apontar que as limitações deste estudo concernem ao tempo curto em que as atividades foram realizadas (curto, de apenas duas semanas) e que os participantes nunca tinham realizado experimentos investigativos no laboratório de seus cursos. Com o passar do tempo e conhecendo mais sobre a abordagem experimental investigativa, os discentes têm maiores chances de desenvolverem as habilidades e apresentarem resultados mais favoráveis quanto aos apresentados nesse

estudo. Nesse sentido, destacamos que, apesar das dificuldades na descrição de uma hipótese testável, o envolvimento na busca da solução de um problema, a realização de tarefas e a persistência na realização das mesmas favorece o desenvolvimento da habilidade nos discentes.

Como contribuição à academia, destacamos o potencial das atividades experimentais investigativas para desenvolver habilidades científicas. Uma vez implementadas nos cursos de Licenciatura, elas consistem em uma proposta relevante, pois os licenciandos podem aprender mais sobre as atividades investigativas, assim como aprender a planejar e realizar experimentos. Vale ressaltar que abordagem investigativa pode ser implementada em disciplinas teóricas, por exemplo, em Metodologia de Ensino e Estágio Supervisionado.

A dinâmica da oficina nos fez perceber como é necessário abordar nos cursos de Licenciatura (Física e Química) atividades que promovam o desenvolvimento dos discentes tanto em conhecimentos específicos, quanto no desenvolvimento de 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. Tais percepções são coerentes com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Base Nacional Comum para a formação de professores da Educação Básica (BNC-Formação).

Salientamos que os resultados obtidos neste estudo não limitam a sua contribuição para a comunidade acadêmica e abrem margem para outros trabalhos que contemplem a vertente aqui abordada. Dessa forma, sugerimos que mais pesquisas sejam realizadas para investigar as relações entre o ensino por investigação e o desenvolvimento de habilidades científicas, assim como os limites e as possibilidades para desenvolver essas habilidades, bem como as suas implicações para melhoria da aprendizagem, seja na Educação Básica ou nos cursos superiores de Licenciatura.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES).

Universidade Federal do Amazonas-UFAM.

## Referências

- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Contraponto.
- Becker, F. (2010). Ensino e Pesquisa: qual a relação? In: Becker, F., & Marques, T. B. I. *Ser professor é ser pesquisador*. (p.11-20) Mediação.
- Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 19 (3), 291-313. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>
- Brasil, (1997). Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Secretaria de Educação Fundamental.
- Brasil, (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Secretaria de Educação Básica.
- Brasil, (2019). Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores: Base Nacional Comum para a Formação*. Secretaria de Educação Básica.
- Carvalho, A. M. P., & Gil-pérez, D. (2011). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. Coleção Questões da nossa época. (10a ed.), Cortez.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. (p.1-20). Cengage Learning.
- Chassot, A. (2018). *Para que(m) é útil o ensino?* (4a ed.), Unijuí.
- Creswell, L. W. (2010). *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Tradução Magda Lopes (3a ed.), Artmed.
- Demo, P. (2014). Educação científica. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, 1 (1), 2-22. <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/10/421>
- Etkina, E. et al (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 2 (2), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.020103>

- Etkina, E., Karelina, A., & Ruibal-Villasenor, M. (2008). How long does it take? A study of student acquisition of scientific abilities. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 4(2), 1-15. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.4.020108>
- Hodson, D. Experiment in Science and Science teaching (1988). *Educational Philosophy and Theory*, 20 (2), 53-66. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>
- Kasseboehmer, A. C., Hartwing, D. R., & Ferreira, L. H. (2015). *Contém Química 2: Pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*. Pedro e João.
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2016). *Análise textual discursiva*. (3a ed.), Unijuí
- Munford, D., & Lima, M. E. C. C. (2007). Ensinar ciências por investigação em que estamos de acordo. *Ensaio Pesquisa em Ensino de Ciências*, 9 (1), 89-111. <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>
- Perrenoud, P. (2000). *Dez novas competências para ensinar*. Tradução de Patrícia Chittoni Ramos. Artes Médicas Sul.
- Pérez, D. G. et al (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*. Bauru. 7 (2), 125-153. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Praia, J., Cachapuz, A., & Gil-Pérez, D. (2002). A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*. Bauru. 8(2), 253-262. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132002000200009>
- Silva, R. R., Machado, P. F. L., & Tunes, E. (2010). Experimentar sem medo de errar. In: Santos, W. L. P. dos & Maldaner O. A. (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. (p.213-261). Ijuí: Unijuí.
- Suart, R. de C., & Marcondes, M. E. R. (2008). As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*. 8(2), 1-22. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4022>
- Suart, R. de C., & Marcondes, M. E. R. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, 14 (1), 50-74. <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/38>